



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

## THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat En Sciences Agronomiques

### Variations du niveau d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et contribution à la mise en place d'une méthode de lutte alternative dans la région de Biskra

Présentée par : ZOUIOUECHE Fatima Zahra

Soutenue le : 08/07/2021.

Devant le jury composé de :

Président :	M. SELLAMI Mehdi	Professeur	ENSA, El'Harrach	Alger
Promoteur :	M. BICHE Mohamed	Professeur	ENSA, El'Harrach	Alger
Examineurs :	M. MIMECHE Fateh	Professeur	Université Mohamed Boudiaf	M'sila
	M. HADJEB Ayoub	MCA	Université Mohamed Khider	Biskra
	M. MEHAOUA Med Seghir	MCA	Université Mohamed Khider	Biskra

Année Universitaire : 2020-2021

# Dédicaces

A la mémoire de mon très cher père Echikh Zouhier,

A la mémoire de mes grandes mères Maria et Aicha baya,

A ma très chère mère, j'exprime mes plus grands remerciements et toute ma reconnaissance pour tous les sacrifices et efforts, sans lesquels je n'aurai jamais pu achever ce travail. Je te remercie spécialement, du fond du cœur pour, ton soutien moral et ta présence affectueuse à mes côtés jusqu'à la dernière minute, que Dieu la bénisse, protège et lui accorde longue vie.

A mon très cher époux qui n'a jamais cessé de m'encourager,

A mes anges Abd El Ouahab et Zouhier,

A mes frères « Mohamed, Lokmane et Amine »

A ma belle-mère et mon beau-père,

A mes belles-sœurs et mon beau-frère,

A ma famille,

A mes amies,

Je dédie ce modeste travail

**Zouioueche Fatima Zahra**

# Remerciements

Tout d'abord un grand merci à mon Dieu, le tout puissant de m'avoir donné, le courage, la volonté, la santé et la force pour réaliser ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. J'essaierai de le faire en quelques lignes pour être brève tout en sachant que l'équivalent en lignes de la thèse toute entière ne suffira pas, et je cite en particulier ;

Mon promoteur Mr. **BICHE Mohamed**, Professeur à l'école nationale supérieure Agronomique d'El-Harrach à Alger. Malgré vos multiples occupations et responsabilités vous avez toujours su m'apporter les conseils scientifiques judicieux qui s'imposent et m'ont toujours poussé à faire mieux. A vrai dire je ne saurai assez vous exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude.

A vous Monsieur **SELLAMI Mehdi**, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El-Harrach à Alger, je vous adresse mes sincères remerciements pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider mon jury. Je suis profondément marqué par l'accueil que je reçois à chacun de mes passages à Alger. Je vous, réitère ma considération et mon estime.

Je voudrais remercier également les membres du jury; Mr. **MIMECHE Fateh**, Professeur à l'université Mohamed Boudiaf- M'sila, Mr. **HADJEB Ayoub**, maître de conférences à l'université Mohamed Kheider- Biskra et Mr. **MEHAOUA Mohamed Seghir**, maître de conférences à l'université Mohamed Kheider-Biskra, pour avoir acceptés d'examiner ce travail; mes sincères reconnaissances au soutien inconditionnel que vous m'avez apporté depuis plusieurs années à l'analyse de mes données et à la valorisation de mes résultats de recherche.

Je tiens à remercier tous les cadres et les ouvriers de la station régionale de Protection des Végétaux de (INPV), à Feliache – Biskra, de Biskra, qui sans eux ce travail ne sera réalisé, en particulier son directeur M<sup>r</sup> .NADJI .S, ainsi Mr. MATALLAH Nasreddine, M<sup>r</sup>. BOUBAKEUR Nabil, et les ingénieurs de laboratoires ; M<sup>me</sup> Houria, M<sup>me</sup> KARDI .k. et M<sup>me</sup> MEGHAZZI. N Permettez-mois de vous exprimer ma profonde gratitude, ma vive reconnaissance et mes profonds respects.

Je remercie vivement les propriétaires des palmeraies Mr. LAADJAL Khaled et Mr. ATTIA Mohamed Gholam pour l'accueil, la bonne volonté, la patience et l'esprit critique dont ils ont toujours fait preuve à l'égard de nos travaux sur leur terrain.

Enfin, ce travail n'aurait pu voir le jour sans le soutien constant dont j'ai bénéficié de la part de mes ami (e)s M<sup>me</sup> Nadji Nassima, Dr. Labbouz Asmahane, Dr. Belkhiri Dalel, Mr. Matallah Salim. Dr. Bensallah Med Kamel, Mme Laoufi Hayat, Dr. Drouai Hakim et sans oublié mes collègues de l'université d'El Oued, Pr. Lanez Touhami, Pr. Slimani Nour Eddine, Dr. Mahboub Nesma, Dr. Ben kaddour Mounia, Dr. Guemouda Messouda, Dr. Zaatara Abd El Malek, Dr. Adaika Aicha.

Qu'il me soit permis de remercier mes chers amies de Laboratoire de génétique, Biotechnologie et de Valorisation des Bio-ressources du département de biologie de l'université de Biskra : Khadidja, Wissam et Asma pour leur soutien moral.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.

**Zouiouche Fatima Zahra**

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b>	Dattes entières et coupées .....	<b>6</b>
<b>Figure 2</b>	Différents stades d'évolution de dattes de la variété Deglet Nour .....	<b>7</b>
<b>Figure 3</b>	Les principaux maladies, plantes adventices et ravageurs de palmier dattier dans la zone phoenicicole .....	<b>12</b>
<b>Figure 4</b>	Cycle biologique de <i>E.ceratoniae</i> Zeller .....	<b>15</b>
<b>Figure 5</b>	Dégâts de la pyrale de dattes sur les dattes de la variété Deglet Nour dans la palmeraie et en stock.....	<b>16</b>
<b>Figure 6</b>	Adulte mâle et femelle de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> (G : 10 x 22) .....	<b>20</b>
<b>Figure 7</b>	Cycle biologique de <i>P.flavitestacea</i> sur <i>E. ceratoniae</i> (G : 10 x 22) .....	<b>22</b>
<b>Figure 8</b>	Adulte mâle et femelle de <i>Bracon hebetor</i> .....	<b>23</b>
<b>Figure 9</b>	Cycle biologique de <i>Bracon hebetor</i> sur <i>A. ceratoniae</i> (G : 10 x 20) .....	<b>24</b>
<b>Figure 10</b>	Situation géographique de la wilaya de Biskra .....	<b>25</b>
<b>Figure 11</b>	Diagramme pluviothermique de Gaussen de la région de Biskra pour la période 1989 – 2015 .....	<b>29</b>
<b>Figure 12</b>	Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger .....	<b>30</b>
<b>Figure 13</b>	Localisation de premier site d'étude (Magtoufa) .....	<b>31</b>
<b>Figure 14</b>	Vue générale de la palmeraie de Magtoufa .....	<b>32</b>
<b>Figure 15</b>	Localisation de deuxième site (Foughala) .....	<b>33</b>
<b>Figure 16</b>	Vue générale de la palmeraie de Foughala .....	<b>33</b>
<b>Figure 17</b>	Dattes de la variété Deglet Nour en stade Tmar (maturité complète) .....	<b>34</b>
<b>Figure 18</b>	Espèces étudiées.....	<b>35</b>
<b>Figure 19</b>	Emplacement et lecture de piège à phéromone .....	<b>36</b>
<b>Figure 20</b>	Echantillonnage des dattes et observation sous loupe binoculaire .....	<b>37</b>
<b>Figure 21</b>	Différentes étapes d'élevage de <i>E. ceratoniae</i> en condition contrôlée .....	<b>39</b>
<b>Figure 22</b>	Technique d'élevage de <i>Bracon hebetor</i> et de parasitisme des chenilles de <i>E.ceratoniae</i> .....	<b>41</b>
<b>Figure 23</b>	Différentes étapes d'élevage de <i>P.flavitestacea</i> .....	<b>42</b>
<b>Figure 24</b>	Technique d'élevage de masse de <i>P.flavitestacea</i> dans les conditions contrôlées	<b>44</b>
<b>Figure 25</b>	Dispositif expérimental adopté pour les lâchers de <i>P.flavitestacea</i> dans le site d'étude .....	<b>45</b>

<b>Figure 26</b>	Technique de lâcher de <i>P.flavitestacea</i> dans le site d'étude .....	<b>46</b>
<b>Figure 27</b>	Contrôle des dattes et évaluation du taux de parasitisme .....	<b>47</b>
<b>Figure 28</b>	Fluctuations annuelles de la population imaginaire mâle durant les années 2012, 2013 et 2014 ( <b>A</b> : site d'étude 1 et <b>B</b> : site d'étude 2) .....	<b>51</b>
<b>Figure 29</b>	Variations de population imaginaire mâle de <i>E. ceratoniae</i> en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison hivernale de 2012, 2013 et 2014 .....	<b>53</b>
<b>Figure 30</b>	Variations de population imaginaire mâle de <i>E. ceratoniae</i> en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison printanière de 2012, 2013 et 2014 .....	<b>56</b>
<b>Figure 31</b>	Variations de population imaginaire mâle de <i>E.ceratoniae</i> en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison estivale de 2012, 2013 et 2014 .....	<b>59</b>
<b>Figure 32</b>	Variations de population imaginaire mâle de <i>E.ceratoniae</i> en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison automnale de 2012, 2013 et 2014 .....	<b>63</b>
<b>Figure33</b>	Variation hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes prélevées du régime et du sol dans les deux sites d'étude durant l'année 2012 ( <b>A</b> :Site1 et <b>B</b> :Site2)	<b>66</b>
<b>Figure34</b>	Variation hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes prélevées du régime et du sol dans les deux sites d'étude durant l'année 2013 ( <b>A</b> :Site1 et <b>B</b> :Site2)	<b>67</b>
<b>Figure35</b>	Variation hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes prélevées du régime et du sol dans les deux sites d'étude durant l'année 2014 ( <b>A</b> :Site1 et <b>B</b> :Site2).....	<b>68</b>
<b>Figure 36</b>	Variation de niveau d'infestation en fonction des stades phénologiques dans les deux sites d'étude au cours des années ( <b>A</b> : 2012, <b>B</b> : 2013 et <b>C</b> : 2014)..	<b>71</b>
<b>Figure 37</b>	Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2012 ( <b>A</b> : Site 1 et <b>B</b> : Site 2).....	<b>76</b>
<b>Figure 38</b>	Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2013 ( <b>A</b> : Site 1 et <b>B</b> : Site 2) .....	<b>77</b>
<b>Figure 39</b>	Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2014 ( <b>A</b> : Site 1 et <b>B</b> : Site 2) .....	<b>79</b>

<b>Figure 40</b>	Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A ; dattes prélevées du sol et B ; dattes prélevées des régimes) durant l'année 2013	<b>88</b>
<b>Figure 41</b>	Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A ; dattes prélevées du sol et B ; dattes prélevées des régimes) durant l'année 2014.....	<b>89</b>
<b>Figure 42</b>	Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A ; dattes prélevées du sol et B ; dattes prélevées des régimes) durant l'année 2015.....	<b>91</b>
<b>Figure 43</b>	Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par <i>P.flavitestacea</i> dans les blocs traités par 50 individus ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées des régimes en 2013,2014 et 2015)).....	<b>98</b>
<b>Figure 44</b>	Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par <i>P.flavitestacea</i> dans les blocs traités par 100 individus ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées des régimes en 2013,2014 et 2015)).....	<b>100</b>
<b>Figure 45</b>	Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par <i>P.flavitestacea</i> dans les blocs traités par 150 individus ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées des régimes en 2013,2014 et 2015)).....	<b>101</b>
<b>Figure 46</b>	Effet de dose de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> sur le taux d'infestation des dattes par <i>E. ceratoniae</i> au cours les années 2013, 2014 et 2015 (A : dattes prélevées du sol et B : dattes prélevées des régimes).....	<b>103</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b>	Composition biochimique de datte (Deglet Nour).....	<b>8</b>
<b>Tableau 2</b>	Les principaux pays producteurs et exportateurs de dattes en 2016.....	<b>10</b>
<b>Tableau 3</b>	Les principales wilayas productrices des dattes en Algérie .....	<b>11</b>
<b>Tableau 4</b>	Les principales communes productrices de la variété Deglet Nour durant la campagne 2016/2017.....	<b>12</b>
<b>Tableau 5</b>	Description morphologique des différents stades de la pyrale de dattes.....	<b>14</b>
<b>Tableau 6</b>	Températures moyennes mensuelles minimales, maximales et moyennes de la région de Biskra durant la période 1989-2015.....	<b>27</b>
<b>Tableau 7</b>	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Biskra durant la période 1989-2015.....	<b>28</b>
<b>Tableau 8</b>	Taux d'humidité relative de la région de Biskra durant la période 1989 -2015 .	<b>28</b>
<b>Tableau 9</b>	Vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 1989 - 2015 exprimées en mètre par secondes.....	<b>28</b>
<b>Tableau 10</b>	Corrélation entre les fluctuations des populations imaginale des mâles de <i>E.ceratoniae</i> et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative durant la saison hivernale .....	<b>54</b>
<b>Tableau 11</b>	Corrélation entre les fluctuations des populations imaginale des mâles de <i>E.ceratoniae</i> et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en printemps.....	<b>57</b>
<b>Tableau 12</b>	Corrélation entre les fluctuations des populations imaginale des mâles de <i>E.ceratoniae</i> et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en été .....	<b>60</b>
<b>Tableau 13</b>	Corrélation entre les fluctuations des populations imaginale des mâles de <i>E.ceratoniae</i> et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en automne .....	<b>64</b>
<b>Tableau 14</b>	Taux moyens d'infestation enregistré dans les deux sites d'étude au cours des stades phénologiques durant les années 2012, 2013 et 2014.....	<b>70</b>
<b>Tableau 15</b>	Effet des stades phénologiques sur le niveau d'infestation des dattes dans les deux sites .....	<b>73</b>
<b>Tableau 16</b>	Analyse de la régression linéaire entre les mâles piégés et le niveau d'infestation dans les deux sites d'étude .....	<b>80</b>



<b>Tableau 17</b>	Durée moyenne du cycle de vie et de la longévité moyenne de <i>B.hebetor</i> sur les chenilles L <sub>4</sub> de la pyrale des dattes .....	<b>81</b>
<b>Tableau 18</b>	Sex ratio d'une population d'élevage de <i>B.hebetor</i> .....	<b>82</b>
<b>Tableau 19</b>	Fécondité et fertilité des femelles de <i>B. hebetor</i> issues d'élevage .....	<b>83</b>
<b>Tableau 20</b>	Nombre moyen des chenilles L <sub>4</sub> paralysées de <i>E. ceratoniae</i> .....	<b>83</b>
<b>Tableau 21</b>	Effet parasitaire de <i>B. hebetor</i> sur les chenilles L <sub>4</sub> de <i>E. ceratoniae</i> .....	<b>84</b>
<b>Tableau 22</b>	Durée moyenne du cycle de vie et de la longévité moyenne de <i>P. flavitestatcea</i>	<b>85</b>
<b>Tableau 23</b>	Sex ratio de <i>P. flavitestatcea</i> .....	<b>85</b>
<b>Tableau 24</b>	Effet parasitaire de <i>P.flavitestacea</i> sur les œufs de <i>E. ceratoniae</i> .....	<b>86</b>
<b>Tableau 25</b>	Effet parasitaire de <i>P.flavitestacea</i> sur les chenilles de <i>E.ceratoniae</i> .....	<b>86</b>
<b>Tableau 26</b>	Comparaison des taux de parasitismes en fonction des doses des lâchers et les années pour les dattes prélevées du sol par le test ANOVA .....	<b>92</b>
<b>Tableau 27</b>	Comparaison des taux de parasitismes en fonction des doses des lâchers et les années pour les dattes prélevées du régime par le test ANOVA .....	<b>93</b>
<b>Tableau 28</b>	Comparaison des taux de parasitisme des dattes prélevées du sol et du régime en fonction des doses par le test ANOVA .....	<b>94</b>
<b>Tableau 29</b>	Comparaison des taux de parasitisme des dattes prélevées du sol et du régime en fonction des années par le test ANOVA .....	<b>95</b>
<b>Tableau 30</b>	Persistance parasitaire après les lâchers .....	<b>105</b>
<b>Tableau 31</b>	Efficacité parasitaire des doses des lâchers en fonction des années .....	<b>105</b>

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	<b>1</b>
 <b>Chapitre 1 : Généralités sur le palmier dattier, la pyrale de dattes et les parasitoïdes étudiés</b>	
1. Présentation de palmier dattier .....	5
1.2. Présentation de la datte .....	6
1.2.1. Phénologie de la datte .....	6
1.2.2. Cultivars de dattiers .....	8
1.2.3. Caractéristiques morphologiques et biochimiques de la datte .....	8
1.2.4. Classification des dattes.....	9
1.3. Importance et répartition du palmier dattier .....	9
1.3.1. Dans le monde .....	9
1.3.2. En Algérie .....	10
1.3.3. Dans les Ziban .....	11
1.4. Maladies et ravageurs de dattiers .....	12
2. Présentation de la pyrale de dattes .....	13
2.1. Description morphologique de la pyrale de dattes .....	13
2.2. Cycle biologique de la pyrale de dattes .....	14
2.3. Symptômes et dégâts .....	15
2.4. Moyens de lutte contre la pyrale des dattes .....	17
3. Présentation des parasitoïdes de <i>E. ceratoniae</i> étudiés .....	18
3.1. <i>Phanerotoma flavitestacea</i> Fischer .....	19
3.1.1. Cycle biologique de <i>Phanerotoma. Flavitestacea</i> .....	20
3.2. <i>Bracon hebetor</i> Say .....	22
3.2.1. Cycle biologique de <i>Bracon hebetor</i> Say .....	23
 <b>Chapitre 2 : Matériel et Méthodes</b>	
1. Région d'étude .....	25
1.1. Situation géographique de la wilaya de Biskra .....	25
1.2. Relief .....	25
1.3. Facteurs édaphiques .....	26

1.4. Facteurs Climatiques .....	27
1.4.1. Températures .....	27
1.4.2. Précipitations .....	27
1.4.3. Humidité relative .....	28
1.4.4. Vent .....	28
1.5. Synthèse climatique .....	29
1.5.1. Diagramme pluviothermique de Gaussen .....	29
1.5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger .....	29
2. Présentation de sites d'étude .....	30
3. Matériel d'étude .....	34
3.1. Matériel végétal .....	34
3.1.1. Caractéristiques morphologiques et organoleptiques de la variété Deglet Nour ....	34
3.2. Matériel animal .....	35
4. Méthodologie d'étude .....	35
4.1. Etude de la bio-écologie de <i>E. ceratoniae in natura</i> .....	35
4.1.1. Etude des fluctuations saisonnières .....	35
4.1.2. Etude des variations de niveau d'infestation des dattes .....	36
4.1.2.1. Echantillonnage des dattes .....	36
4.1.2.2. Calcul de taux d'infestation .....	37
4.2. Etude des paramètres biologiques de deux parasitoïdes indigènes (ou autochtones) de <i>E. ceratoniae</i> et essai de lutte biologique en laboratoire .....	37
4.2.1. Elevage de masse de <i>E. ceratoniae</i> .....	38
4.2.2. Etude des paramètres biologiques de <i>Bracon hebetor</i> .....	39
4.2.2.1. Etude de l'activité parasitaire de <i>Bracon hebetor</i> .....	40
4.2.3. Etude des paramètres biologiques de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> .....	41
4.2.3.1. Etude de l'activité parasitaire de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> .....	42
4.3. Essai de lutte biologique inoculative contre la pyrale des dattes par <i>P. flavitestacea</i> dans la palmeraie des Ziban .....	43
4.3.1. Elevage de masse et multiplication de <i>P. flavitestacea</i> au laboratoire .....	43
4.3.2. Procédé des lâchers inoculatifs de <i>P. flavitestacea</i> dans le site de Magtoufa .....	44
4.3.2.1. Site des lâchers .....	44
4.3.2.2. Méthode des lâchers .....	45
4.3.2.3. Echantillonnage des dattes et évaluation du taux de parasitisme .....	46

4.4. Exploitation des résultats et analyse statistique .....	47
--------------------------------------------------------------	----

### **Chapitre 3 : Résultats**

1. Bio-écologie d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> in natura .....	49
1.1. Fluctuations annuelles et saisonnières de la population d' <i>E. ceratoniae</i> dans les sites d'étude en fonction de températures et d'humidité relative .....	49
1.1.1. Fluctuations annuelles de la population mâle de <i>E. ceratoniae</i> dans les deux sites d'étude .....	49
1.1.2. Fluctuation saisonnière de <i>E.ceratoniae</i> dans les deux sites d'étude en fonction de températures et l'humidité relative .....	52
1.1.2.1. Fluctuation de la population imaginale mâle de <i>E.ceratoniae</i> en saison hivernale.....	52
1.1.2.2. Fluctuation de la population imaginale mâle de <i>E.ceratoniae</i> en saison printanière.....	55
1.1.2.3. Fluctuations de la population imaginale mâle de <i>E. ceratoniae</i> en saison estivale .....	58
1.1.2.4. Fluctuation de la population imaginale mâle de <i>E. ceratoniae</i> en saison automnale.....	61
1.2. Variation de niveau d'infestation des dattes de la variété Deglet Nour dans les sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.....	65
1.2.1. Evolution hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes sur régime et du sol dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.....	65
1.2.2. Effet des stades phénologiques sur les variations de niveau d'infestation des dattes dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.....	69
1.2.2.1. Variation de niveau d'infestation en fonction des stades phénologiques et type d'échantillonnage durant les années 2012, 2013 et 2014 .....	69
1.2.3. Variation du niveau d'infestation en fonction des fluctuations des populations mâles dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.....	74
2. Essai de lutte biologique.....	81
2.1. Etude des paramètres biologiques de deux parasitoïdes indigènes (ou autochtones) de <i>E.ceratoniae</i> et leur activité parasitaire dans les conditions contrôlées.....	81
2.1.1. Etude des paramètres biologiques de <i>Bracon hebetor</i> .....	81
2.1.1.1. Cycle biologique de <i>Bracon hebetor</i> .....	81
2.1.1.2. Sex-ratio .....	81

2.1.1.3. Fécondité et fertilité chez les femelles de <i>B. hebetor</i> .....	82
2.1.2. Etude de l'activité parasitaire de <i>B. hebetor</i> sur les chenilles L <sub>4</sub> de la pyrale des dattes .....	83
2.2. Etude des paramètres biologiques de <i>Phanerotoma flavitestatcea</i> .....	84
2.2.1. Cycle biologique de <i>P. flavitestatcea</i> .....	84
2.2.2. Sex-ratio d'une population d'élevage de <i>P. flavitestatcea</i> .....	85
2.2.3. Activité parasitaire de <i>Phanerotoma flavitestacea</i> sur les œufs et les larves de la pyrale des dattes .....	85
2.3. Essai de lutte biologique inoculative contre la pyrale de dattes par <i>P. flavitestacea</i> dans le premier site d'étude (Magtoufa) .....	86
2.3.1. Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction des doses de lâchers dans les blocs traités et non traités .....	86
2.3.2. Effet des doses des lâchers sur l'évolution du nombre des larves parasitées à partir des dattes prélevées du sol et du régime durant les années 2013, 2014 et 2015.....	97
2.3.3. Variation des taux moyens d'infestation et de parasitisme dans les blocs traités et non traités en fonction des années 2013, 2014 et 2015.....	102
2.3.4. Persistance de parasitoïde <i>P. flavitestacea</i> au sein de la palmeraie après les lâchers.	

## Chapitre 4. Discussion

Discussion.....	106
<b>Conclusion</b> .....	<b>121</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>126</b>
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>ملخص</b>	

# **Introduction**

La mondialisation, le commerce, les changements climatiques, ainsi que l'affaiblissement de la résilience des systèmes de production due à des décennies d'agriculture intensive, ont contribué à l'augmentation spectaculaire de la propagation des ravageurs et des maladies des cultures durant ces dernières années (FAO, 2019). Au niveau mondial, les pertes avant et après récolte sont d'ordre de 30%. Localement, les ravageurs peuvent affecter 50 à 100% de la récolte. Alors que, l'impact des ravageurs est beaucoup plus important dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés (Silvy, 1999).

Ceux ayant un impact économique, sont majoritairement de l'ordre des lépidoptères dont 99 % sont phytophages et ils occasionnent des préjudices à la plante lorsqu'ils sont aux stades larvaires (Drolet, 2018). Parmi ces lépidoptères nuisibles, la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, un micro lépidoptère de la famille des pyralidae, largement répandue. Elle est caractérisée surtout par sa polyphagie, par son polyvoltinisme et par ses grandes capacités d'adaptation à des milieux très différents tels les vergers et les entrepôts de stockage ou de conditionnement (Doumandji, 1981).

La pyrale de datte provoque des dommages considérables au cours ses stades larvaires. Ces dommages affectent une très large gamme de plantes hôtes économiquement importantes ainsi que des produits stockés. Mais il est qualifié d'organisme phytophage mineur pour les cultures fruitières. Cela peut cependant devenir un problème plus grave si les conditions climatiques sont favorables pour une croissance et une reproduction rapide (Mehrnejad 2001).

*Ectomyelois ceratoniae* est considéré actuellement comme étant le principal ravageur des régions méditerranéennes qui déclenche des dégâts torrentiels sur les dattes (Wertheimer, 1958 ; Lepigre, 1963 ; Norouzi *et al.*, 2008).

En Algérie, ce ravageur occupe une place prépondérante et inquiétante menaçant la filière datte d'une année à l'autre. Il est le plus abondant et le plus important sur le plan économique dans les zones phœnicicoles, où ses dégâts peuvent dépasser les 30% de la production des dattes, notamment la variété la plus commercialisée Deglet Nour (Madkouri, 1978 ; Haddad, 2000 ; Saggou, 2001 ; Ideer *et al.*, 2009).

Afin de limiter les dommages de ce bioagresseur, les phœniciculteurs sont orientés vers une stratégie de lutte absolument chimique. Cette dernière, s'est montrée peu efficace

pour diminuer les agressions du ravageur endophage qui est plus ou moins protégé contre tout traitement insecticide (Dhouibi, 1982 ; khouldia, 1996a ; Mediouni Benjemaa *et al.*, 2004). Malheureusement, les insecticides sont des produits toxiques qui, lorsqu'ils sont mal utilisés, peuvent entraîner de graves problèmes de santé pour les phoeniciculteurs, mais également pour les consommateurs via les résidus présents dans les dattes.

Il devient donc nécessaire de trouver des méthodes alternatives permettant de maintenir le contrôle de population de *E. ceratoniae* sans présenter les problèmes environnementaux des insecticides. La tendance est actuellement à la lutte intégrée qui suggère la combinaison de mesures préventives et de moyens de lutte contre les organismes nuisibles tenant compte de la santé humaine et de l'environnement (Boller *et al.*, 2004; Wijnands *et al.*, 2012), cette approche, marque une étape décisive dans la révolution de la stratégie de contrôle des ennemis des cultures tout en préconisant les moyens prophylactiques et biologiques.

Parmi les méthodes alternatives, la lutte biologique reste la plus indiquée. Elle est basée sur l'exploitation par l'homme et à son profit d'une relation naturelle entre un consommateur d'une ressource végétale et un autre organisme connu comme son ennemi naturel, dont il peut être : parasite, prédateur ou agent pathogène du premier, qui le tue à plus ou moins brève échéance en s'en nourrissant, afin de maintenir la densité de celui-ci inférieur à un seuil déterminé pendant une période donnée. En effet, les études de densité du ravageur et l'évaluation des taux d'infestation sont donc essentielles dans la réussite des programmes de lutte biologique (Francis, 2001).

Parmi ces ennemis naturels, sont particulièrement les parasitoïdes hyménoptères et les diptères réputés pour être des alliés de défense efficaces dans la régulation des insectes phytophages dans les écosystèmes agricoles (Van Driesche *et al.*, 2008).

Un cortège de parasitoïdes hyménoptères de la pyrale des dattes a été répertorié en palmeraies algériennes. Nous pouvons citer *Trichogramma embryophagum* Hartig, *Phanerotoma flavitesteacea* Fischer et *Bracon hebetor* (Doumandji-Mitiche 1983, 1985 ; Idder 2011 ; Bensalah et Ouakid 2015 ; Dehliz *et al.*, 2016).

Malgré le potentiel certain de ces auxiliaires en lutte biologique, leur utilisation est freinée surtout par le manque d'information sur leur comportement parasitaire et leur écologie.



En effet, l'efficacité de parasitoïdes dépend largement de nos connaissances sur leurs biologies et les modalités d'interaction avec leur hôte. Quoique jusqu'à présent les parasitoïdes autochtones de la pyrale des dattes ne sont plus intégrés dans des véritables programmes de lutte biologique augmentative ou conservative à grande échelle.

Globalement, la gestion phytosanitaire se déroule suivant des calendriers de traitement basés sur des connaissances approfondies des ravageurs telles que ; les fluctuations saisonnières et potentielles de leurs populations sous l'effet des facteurs physiques de l'environnement (Obame Minko, 2009), de leurs biologie et leurs ennemis naturels.

Compte tenu de cela et pour la nécessité d'envisager le comportement de la pyrale des dattes dans son biotope préféré, la présente étude est réalisée dans les oasis des Ziban. Ces dernières sont qualifiées comme la première région phoenicicole en Algérie et elles viennent en tête des 16 wilayas productives de dattes, avec une production de plus de 4,38 millions de quintaux (M.A.D.R.P, 2017).

Les Ziban se caractérisent par une grande diversité génétique prédominée par la variété Deglet Nour, qui est un produit de terroir de qualité spécifique hérité de nos ancêtres depuis des millénaires, reconnu et apprécié mondialement (Amziane, 2016).

C'est dans ce cadre que nous avons adopté une approche multidisciplinaire, dont la première démarche se focalise sur l'étude de la bio-écologie de ce ravageur dans deux palmeraies des Ziban, durant 3 ans à l'aide d'un système de monitoring permettant de suivre les fluctuations saisonnières des populations pendant toute la période d'activité du ravageur. Ainsi, une évaluation des variations d'infestation au cours de l'évolution des stades phénologiques de la variété Deglet Nour. Nous voulions surtout comprendre quels sont les facteurs physiques favorisant la pullulation du ravageur dans la palmeraie ou en attaquant les dattes ?

Dans la deuxième démarche, une attention particulière a été portée sur le rôle que pourraient jouer les parasitoïdes autochtones *Phanerotoma flavitestatea* et *Bracon hebetor* , dans la lutte contre la pyrale des dattes. Donc, l'approche doit inclure des connaissances approfondies sur leur bio- écologie et leurs potentiels parasitaires sur la pyrale de datte dans les conditions contrôlées

De ce fait, cette partie de recherche à deux volets : en premier lieu, nous avons contribué à étudier ces deux parasitoïdes en dévoilant ; les performances de chacun d'eux sur son hôte et celui qui semble présenter un intérêt en lutte biologique. Pour cela, des bio-essais sur ces deux parasitoïdes sont réalisés en laboratoire afin de cerner quelques aspects bio-écologiques ainsi l'efficacité parasitaire par des tests de parasitismes.

La deuxième étape s'est d'engager un essai de lutte biologique inoculative par l'usage de *Phanerotoma flavitestacea* contre le *E. ceratoniae* dans la palmeraie d'étude et suivre son efficacité et sa persistance dans le site expérimental durant 2 ans après son inoculation. Ces différents aspects seront successivement abordés dans les chapitres 3 et 4 (Résultats et Discussion) après les chapitres 1 et 2, dont le premier chapitre initié par une synthèse bibliographique où nous apportons un abrégé sur la plante hôte (palmier dattier *Phoenix dactylifera*. L et la datte) et la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller et ses parasitoïdes étudiés). Le deuxième chapitre élucide le matériel et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. En fin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives.

# **C**hapitre 1 : Généralités sur le palmier dattier, la pyrale de dattes et les parasitoïdes étudiés

## 1. Présentation de palmier dattier

Le Palmier dattier était primitivement cultivé dans les zones arides et semi-arides chaudes de l'ancien monde. Il fut propagé en dehors de son aire d'extension et de culture, non seulement comme arbre fruitier, mais également comme essence ornementale. Il était introduit dans le nouveau monde, au début de XVI<sup>ème</sup> siècle, a suivi de très près la découverte de ce continent (Munier, 1973).

Le palmier dattier et aussi "date palm" en Anglais, "nakhil" ou "tamr" en Arabe. Ce dernier, a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734, signifiant « l'arbre de Phénicie aux fruits comme des doigts » (Munier, 1973 ; Brac, 1995). Le dattier est une plante Angiosperme monocotylédone de la famille des Arecaceae (1832), anciennement nommée Palmaceae (1789), la sous famille de Coryphinées et la tribu de Phœniceae. Il est le seul genre de la tribu des Phœniceae, et le genre *Phoenix* comporte douze espèces (Munier, 1973 ; Bouguedoura, 1991 ; Peyron, 2000).

Le palmier dattier est une espèce arboricole très particulière tant par sa morphologie (dioïcie) que par ses exigences climatiques et ses exigences en eau. Dès l'âge de 3 à 4 ans, les arbres commencent à fleurir. L'inflorescence porte des milliers de fleurs enfermées dans une bractée appelée spathe. La fécondation est réalisée artificiellement par l'homme. Des pédicelles de fleurs mâles sont introduits et fixés à l'intérieur de l'inflorescence femelle dès l'éclatement de la spathe. Chaque fleur femelle donne une baie ovoïde qui forme la datte. Le système racinaire du dattier est fasciculé, les racines se ramifient peu et ont relativement peu de radicelles (Ben Abdallah, 1990).

La phoeniculture, constitue la principale ressource et activité agricole la plus importante dans les régions sahariennes. En effet, le palmier dattier représente le point central de la structure d'une oasis autour duquel gravitent un ensemble d'autres cultures maraîchères et fourragères. Mais aussi, le moyen essentiel de fixation et assure le maintien des oasis contre les influences désertiques. La culture de palmier dattier repose sur la production des dattes, un fruit à valeur nutritive très élevée et une source appréciable de revenu pour les pays producteurs. Il existe près de 3 000 cultivars de dattier dans le monde, dont la composition varie d'un pays à l'autre. (Petit, 2010 ; Dakhia *et al.*, 2013).

## 1.2. Présentation de la datte

Le fruit du palmier dattier est une baie appelée « Datte ou Tmar en arabe », contenant une seule graine « noyau ». Après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un fruit de raisin jusqu'à la taille normale de la datte). Elle est de forme généralement allongée, oblongue ou arrondie, ovoïde, parfois sphérique. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (Fig. 1) (Djouab, 2007). La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de trois enveloppes (péricarpe, mésocarpe et endocarpe). Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994 ; Espiard, 2002).



**Figure 1 :** Dattes entières et coupées (Oucif, 2017)

### 1.2.1. Phénologie de la datte

La datte passe par différents stades d'évolution (Fig. 2) (Sawaya *et al.*, 1983 ; Benchabane, 1996 ; Al-Shahib et Marshall, 2002). Chaque stade porte un nom arabe spécifique qu'il n'a pas d'équivalent en français (Reynes, 1997).

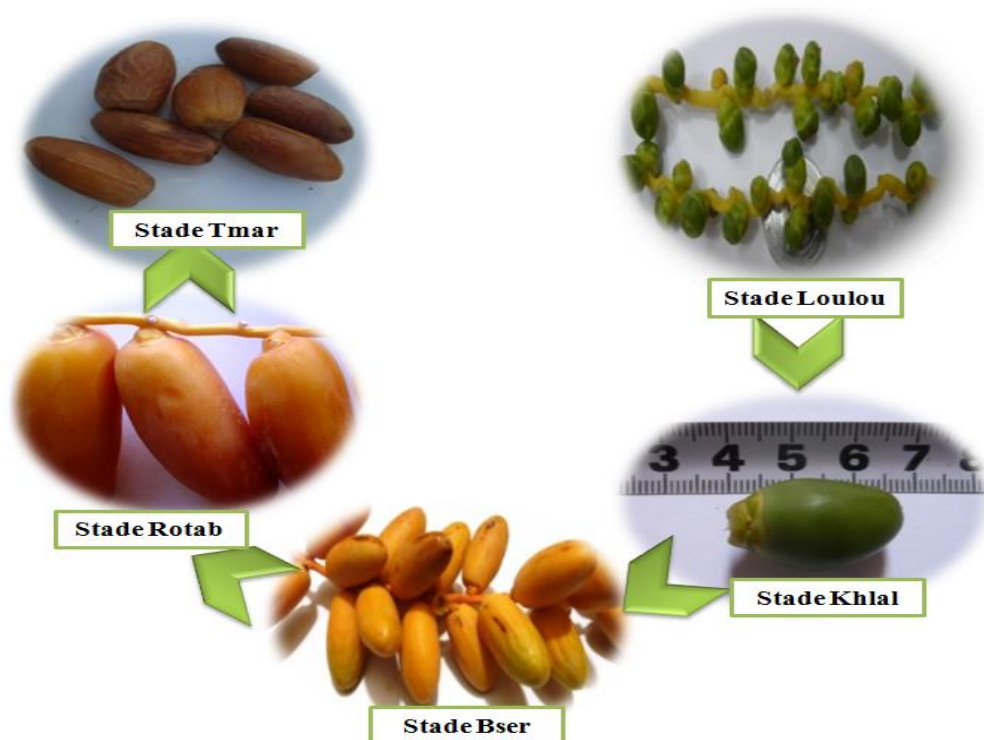
• **Loulou ou Hababaouk (nouaison) :** Ce stade vient immédiatement après la nouaison. La datte est de forme sphérique, de couleur crème et de petite taille dont la grosseur est comparable à celle d'un petit pois.

• **Khadra ou khlal (fruit vert)** : Ce stade se caractérise par un grossissement de la datte, qui s’allonge en prenant du poids et du volume avant d’atteindre son plein développement. Le fruit est de couleur verte et présente une forte acidité ainsi qu’un taux d’humidité très élevé.

• **Bser (grossissement de fruit)** : Ce stade amorce le processus de maturité de la datte. Celle-ci subit une accumulation maximale de sucre sous forme de saccharose ainsi qu’une diminution du taux d’humidité et de l’acidité. Sa couleur vire du vert au jaune

• **Martouba ou Routab (début maturité)** : Ce stade indique bien la période de maturation de la datte qui devient molle et plus au moins translucide. Le fruit perd beaucoup d’eau, se ramollit et prend une couleur allant du brun au noir, les dattes sèches ne passent pas par ce stade

• **Tmar (maturité complète)** : Datte mure atteint son stade final de maturation et acquiert une maturité commerciale permettant la récolte. Durant ce stade, le fruit perd beaucoup d’eau et sa peau adhère à la pulpe.



**Figure 2** : Différents stades d’évolution de dattes de la variété Deglet Nour (Originale, 2017)

### 1.2.2. Cultivars de dattiers

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi, 1994 ; Belguedj, 2001). En Algérie, il existe plus de 360 cultivars de dattes. Les principales variétés cultivées sont : Deglet-Nour, Ghars, Degla-Beida et Mech-Degla (Hannachi *et al.*, 1998 ; SIDAB, 2017).

### 1.2.3. Caractéristiques morphologiques et biochimiques de la datte

Les dattes présentent des caractéristiques morphologiques différentes. Leurs dimensions sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994 ; Acourene, 2000).

La datte est considérée depuis longtemps comme un aliment de base des populations sahariennes, mais également un excellent produit diététique dont la composition biochimique détermine la qualité des dattes, et elle présente une bonne valeur alimentaire et énergétique (riche en sucres et en sels minéraux). Toutefois, cette richesse varie d'un cultivar à un autre. Le tableau ci-dessous englobe la composition biochimique de datte de la variété Deglet Nour

**Tableau 1** : Composition biochimique de datte (Deglet Nour) (Abbès *et al.*, 2011)

Composant	Teneur de la pulpe
Total des solides solubles (° Brix)	75.4
L'humidité (en g/100 g de poids frais)	18.81
Sucres solubles (en g/100 g de poids sec)	77.55
Les sucres réducteurs(en g/100 g de poids sec)	23.17
Saccharose (en g/100 g de poids sec)	54.04
Polysaccharide(en g/100 g de poids sec)	17.35
Cendre (en g/100 g de poids sec)	2.291
Potassium (en mg/100 g de poids sec)	782.92
Magnésium (en mg/100 g de poids sec)	75.28
Sodium (en mg/100 g de poids sec)	5.98
Calcium (en mg/100 g de poids sec)	136.06
Zinc (en mg/100 g de poids sec)	0.478
Phosphore (en mg/100 g de poids sec)	75.5
Protéine (en g/100 g de poids sec)	3.12
Graisses (en g/100 g de poids sec)	0.687
Las phénoliques (mg de l'acide gallique par 100 g de poids sec)	253.10

#### **1.2.4. Classification des dattes**

D'après Maâtallah (1970), il existe trois types de classification :

- Classification commerciale
- Classification selon la consistance de la datte
- Classification de point de vue biochimique

En effet, la classification la plus répandue est celle ayant trait à la consistance de la datte. Selon Espiard (2002) et Belguedj (2002), les dattes peuvent être classées en trois catégories qui sont ;

- Les dattes molles qui sont caractérisées par un taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) tel que Ghars, Hamraia, Litima.....etc.
- Les dattes demi-molles avec un taux de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour, datte à base de saccharose par excellence.
- Les dattes sèches sont dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse telle que Mech-Degla, Degla Beida, etc.

### **1.3. Importance et répartition du palmier dattier**

#### **1.3.1. Dans le monde**

Le palmier dattier, est principalement localisé dans l'hémisphère nord, notamment aux abords du Golfe Persique, en Afrique du Nord et en Asie ainsi qu'en Amérique du sud (Acourene, 2000). Le palmier dattier est un arbre xérophile, phréatophile et rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde (Munier, 1973 ; Chehma ; Longo 2001).

Cette espèce est cultivée principalement en Égypte, Arabie Saoudite, Iran, Iraq, Algérie, Tunisie et Pakistan. La production mondiale de dattes est variable selon les années dont, elle varie autour de 7 millions de tonnes par année. En 2012, la production mondiale de dattes a été estimée près de 746 019 500 tonnes, où l'Égypte détient 19,7% de cette production, l'Arabie Saoudite 14% et l'Algérie 11 % (Ixtapa et Guerrero 2015).



Selon les statistiques de la FAO, en 2016, l'Algérie est placée au 3<sup>ème</sup> rang mondial pour la production de dattes avec 1 029 596 tonnes (Tab. 2), après l'Iran et l'Egypte (FAOStat, 2018).

**Tableau 2 :** Les principaux pays producteurs et exportateurs de dattes en 2016 (FAOStat, 2018).

Pays	Production de dattes en Tonne	Exportation de dattes (%)
Egypte	1694813	2,9
Iran	1065704	8,2
Algérie	1029596	3,1
Arabie Saoudite	964536	12
Emirats Arabes unis	671891	8,4
Iraq	615211	5,5
Pakistan	494601	7,3
Oman	348642	1,1
Tunisie	241000	20

### 1.3.2. En Algérie

Les palmeraies algériennes sont dispersées sur 2 000 000 Km<sup>2</sup> du Sahara essentiellement dans la zone de la partie sud-est du pays (Benkhalifa *et al.*, 1994 ; Messar, 2010). Son importance décroissante allant vers l'ouest et le sud, où elles sont réparties comme suit : dans le sud-est (El Oued, Ouargla et Biskra) avec 67% de la palmeraie algérienne, le sud-ouest (Adrar et Bechar) avec 21%, l'extrême sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) avec 10% et les autres régions qui restent représente 2% seulement (Achoura et Belhamra, 2010).

Selon les statistiques de 2015 du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le palmier dattier occupe en Algérie une superficie évaluée à 167.000 hectares pour un nombre de palmiers estimé à plus de 18,6 millions d'unités.

La production dattière en Algérie a connu une croissance continue passant de 600 096 tonnes en 2012 à environ 1 100 000 tonnes en 2017 et une exportation ne dépassant pas le 3% (SIDAB, 2017).

Les régions phoenicicoles couvrent 16 wilayas, dont Biskra est la première avec 27,4 % de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers et 41,2 % de la production

nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued avec respectivement 22,22 %, 22,4 % et 25,1%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules plus des deux tiers de la production nationale de dattes (SIDAB, 2015 et 2017). Ces régions connaissent un patrimoine phœnicicole très diversifié, dont seulement 54 cultivars sont mis sur le marché national et international, avec une prédominance totale de la variété Deglet Nour, suivie par les variétés Ghars et Degla Beida (SIDAB, 2017).

**Tableau 3** : Les principales wilayas productrices des dattes en Algérie (SIDAB, 2017)

Wilaya	Production de dattes (Quintaux)	Production de dattes en (%)	Nombre de palmier	Surface (Hectares)	Surface en (%)
Biskra	4.077.900	41,2	4.315.100	42.910	27,4
El Oued	2.474.000	25,1	3.788.500	36.680	22,22
Ouargla	1.296.300	13,15	2.676.600	21.980	13,13
Adrar	910.300	9,23	3.799.000	28.330	17,16
Ghardaïa	565.000	5,73	1.246.500	10.850	6,57
Bechar	300.500	3,04	1.639.800	14.120	8,55
Tamanrasset	109.400	1,11	688.900	7.000	4,24
Khenchela	68.200	0,69	124.400	770	0,46
Tébessa	20.500	0,2	61.800	820	0,5
Laghouat	16.200	0,16	37.300	320	0,19
Illizi	15.600	0,15	129.100	1.250	0,75
<b>Total</b>	<b>9.853.900</b>	<b>100</b>	<b>18.507.000</b>	<b>1.650.30</b>	<b>100</b>

### 1.3.3. Dans les Ziban

La wilaya de Biskra est le premier pôle de la production dattière en Algérie. Celle-ci compte 10 communes phœnicicoles, dont la production de dattes bénéficie d'une indication géographique certifiée (IGC). Il s'agit de Tolga, Bouchagroune, Bordj Ben Azzouz, Foughala, Leghrous, El Hadjeb, Lioua, Ourlel, M'lili et Lichana (DSA, 2018).

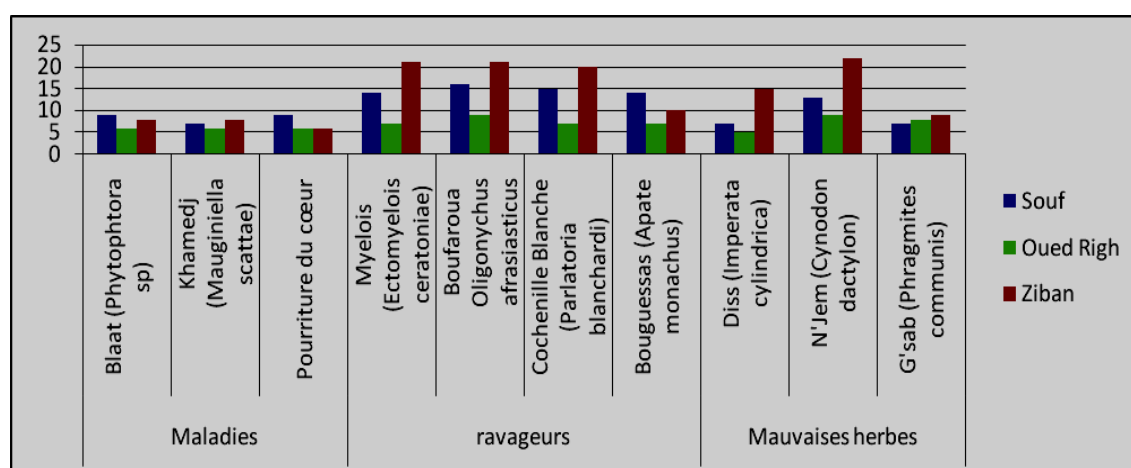
Elle produit essentiellement l'excellente variété Deglet Nour. Avec plus de 42 911 ha de la superficie et plus de 4 057 294 palmiers productifs, dont la production annuelle est égale à 43 800 414 qx (DSA, 2018). Selon la même source, la production totale de Deglet Nour durant la campagne 2016/2017 est estimée par 28 000 015 qx pour 2 454 336 palmiers productifs où la commune de Tolga vient à la tête avec plus de 229 560 palmiers et une production égale à 344 340 qx (Tab. 4).

**Tableau 4** : Les principales communes productrices de la variété Deglet Nour durant la campagne 2016/2017(DSA, 2018)

Commune	Production de Deglet Nour en Quintaux	Production de Deglet Nour en (%)
Tolga	344340	18,03
Leghrous	212752	11,14
Lichana	196290	10,28
Foughala	113970	5,96
Sidi Okba	189900	9,94
Bordj Ben Azouz	179070	9,37
Doucen	165391	8,66
Lioua	137470	6,96
El Hadjeb	132750	6,95
Ouled Djelal	123390	6,46
Bouchagroun	114330	5,98
<b>Total</b>	<b>1909653</b>	<b>100</b>

#### 1.4. Maladies et ravageurs de dattiers

Les palmeraies algériennes sont actuellement menacées par divers bioagresseurs insectes, maladies et mauvaises herbes dont les plus répandus sont : la Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), le Boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*), la Cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*), le N'jem (*Cynodon dactylon*), le Blaât (*Phytophthora sp*) et le Khamedj (*Mauginiella scattae*) (Fig. 3). Ils provoquent des pertes considérables de la production et peuvent entraîner une érosion génétique (Dakhia *et al.*, 2013).

**Figure 3** : Les principaux maladies, plantes adventices et ravageurs de palmier dattier dans la zone phoenicicole (Dakhia *et al.*, 2013)

La phoeniciculture dans la région de Ziban est sujette surtout aux attaques de la pyrale de dattes. Cette dernière est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte constituant une contrainte principale à l'exportation (Haddad, 2000).

## 2. Présentation de la pyrale de dattes

La pyrale de dattes est une espèce cosmopolite et polyphage à vaste répartition géographique. Elle est répandue dans tout le bassin méditerranéen mais son aire de répartition s'étendrait à toute l'Afrique (Le Berre, 1978 ; Doumandji, 1981 ; Dhouibi, 1991 ; Douibi et Jemmazi, 1993).





D'après Le Berre (1978), la présence d'*E. ceratoniae* dans les dattes algériennes date depuis 1904 et depuis 1933 au Moyen-Orient. En Algérie, Doumandji (1981), a signalé deux zones de multiplication de *E. ceratoniae* : la première, une bordure littorale de 40 à 80 km de large, s'allongeant sur près de 1000 km et la seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long de la région Sud-est.

Balachowsky (1972), a proposé une classification de la pyrale de dattes basée sur les caractères morphologiques des mâles et des femelles adultes. Elle appartient à l'ordre de Lepidoptera, la famille de Pyralidae et à la sous famille de Phycitinae.

### 2.1. Description morphologique de la pyrale de dattes

Les principaux caractères morphologiques des différents stades évolutifs de la pyrale de dattes sont regroupés dans le tableau 5 (Wertheimer, 1958 ; Le Berre, 1978 ; Doumandji, 1981 ; Dhouibi, 1989 ; Zouioueche, 2012 ; Mehaoua, 2014).

**Tableau 5** : Description morphologique des différents stades de la pyrale de dattes

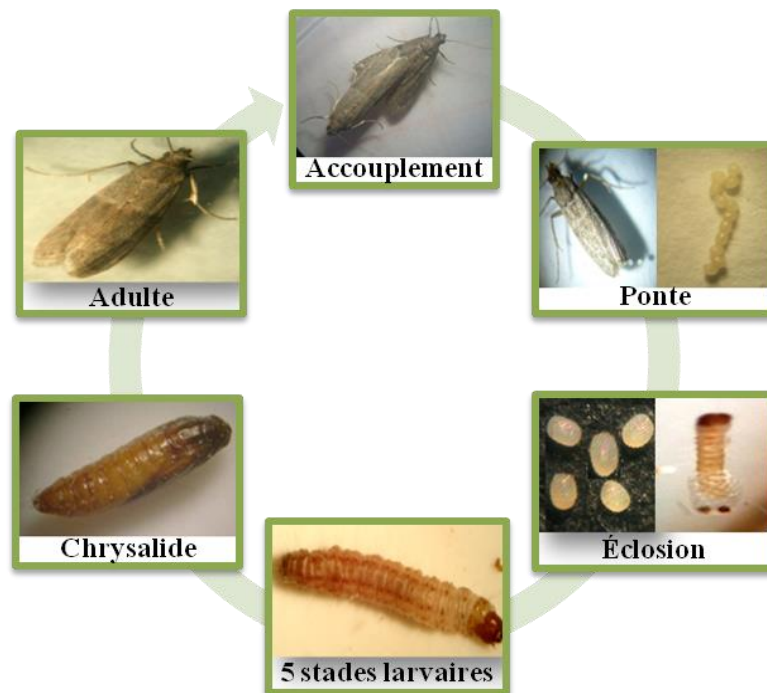
Stades	Figures	Description
Œufs		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Forme ovoïde avec une face aplatie et une surface chagrinée.</li> <li>-Coloration variable parfois rouge orangée avec un réseau interne d'entrelaces foncés visible, le plus souvent grisâtre à incolore</li> <li>-Entourés par une cuticule translucide d'aspect chagriné, un léger aplatissement peut se manifester au niveau de la zone d'adhérence au substrat.</li> </ul>
Chenilles		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sont éruciformes, leur corps est constitué de 12 segments en sus le segment céphalique.</li> <li>-Sont incolores ou grisâtres à sa naissance puis se teinte peu à peu de rose clair.</li> <li>-Croissance se fait par mues successives au cours des quelles, la longueur des chenilles passe de 1mm à 18mm et la largeur de 0,1mm à 3mm.</li> <li>-Le développement larvaire dure suivant la température ambiante de 6 semaines à 6 mois.</li> <li>-Nombre des stades larvaires varie de 5 à 6 stades ; dans la nature et de 5 à 8 stades larvaires sur dattes en élevage au laboratoire sous les conditions suivantes; 25±1°C et à 70±5% d'humidité relative.</li> </ul>
Chrysalide		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Recouverte d'une enveloppe chitineuse de couleurs brun testacé, mesure près de 1 cm de long, possédant un corps de forme cylindro-conique.</li> <li>-Généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale.</li> <li>- Sa partie céphalique se trouve en contact avec un orifice aménagé par la chenille avant sa nymphose dans la paroi du fruit, et par lequel sortira</li> <li>-Sa durée de vie est indéterminée.</li> </ul>
Adulte		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Couleur de la surface dorsale varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus ou moins manquées sur les ailes antérieures.</li> <li>-Bord postérieur du thorax est marqué par une bande gris brun en forme de U plus foncée.</li> <li>-Son envergure variée de 16 à 22 mm</li> <li>-Un dimorphisme sexuel peu apparent ; les mâles sont plus petits que les femelles avec une longueur moyenne de 9,32 mm pour les mâles, par contre les femelles ont une longueur de 10,35 mm, aussi la forme du dernier segment abdominal est différente dans les deux sexes.</li> </ul>

## 2.2. Cycle biologique de la pyrale de dattes

*E.ceratoniae* passe successivement par les stades ; œuf, chenille, chrysalide et adulte ailé (Fig. 4). Les chenilles évoluent lentement à l'intérieur des fruits d'autant plus la température est plus basse. Chaque chenille passe dans le même fruit l'automne et l'hiver puis se nymphose au printemps (Wertheimer, 1958). Viladerbo (1973), note que les chenilles entrent dans la datte juste après éclosion et creusent une galerie jusqu'à la cavité du noyau.

Selon Doumandji-Mitiche (1977), la durée de vie de la chenille variée de 1 à 8 mois. En effet, l'insecte passe l'hiver sous forme de larve âgée dans les fruits momifiés. Au printemps les papillons réapparaissent et déposent leurs œufs sur plusieurs plantes hôtes. Attaquant d'abord en déposant les œufs sur les grenades de mai à août, puis s'installe sur les dattes en cours de maturité et les fruits mûrs en septembre, sur lesquelles il se développe jusqu'à la récolte.

Les chenilles issues des œufs pénètrent dans les fruits et donnent des dattes véreuses (Djerbi, 1994). *E.ceratoniae* est une espèce très polyphage et peut dans des bonnes conditions, développer quatre générations qui se succèdent au cours de l'année. En effet ce nombre de génération varie de 1 à 4 en fonction des conditions climatiques et des plantes hôtes disponibles (Doumandji, 1981 et Wertheimer, 1958).



**Figure 4** : Cycle biologique de *E.ceratoniae* Zeller (Mehaoua, 2014)

### 2.3. Symptômes et dégâts

La pyrale des dattes est un insecte nuisible responsable des dépréciations importantes des productions agricoles, telle que les caroubes, les oranges. Néanmoins, elle cause de graves préjudices aux dattes provoquant l'élimination d'un fort pourcentage de dattes lors du tri notamment de la variété Deglet Nour (Doumandji, 1978).

En effet, les dattes infestées ne peuvent s'identifier que par le pédoncule du fruit operculé de soies blanches (Munier, 1973). La jeune chenille se glisse sous le reste du calice où elle commence à creuser à l'aide de ses pièces buccales une galerie qui l'amène bientôt dans l'espace central. La chenille se localise entre noyau et pulpe à partir de laquelle elle se nourrit. À l'intérieur du fruit infesté, se trouve un tissage soyeux très fin où s'accrochent des excréments (Fig. 4). Les dattes véreuses ont une tendance de chuter de régime, sont alors impropres à la consommation et constituent un problème majeur pour les importateurs (Le Berre, 1978 ; Benouda *et al.*, 1989 ; Bernard, 2000).

Les dommages causés par *E. ceratoniae* sur les dattes diffèrent d'un pays à un autre. En Algérie, le pourcentage d'attaque le plus élevé est de 10 % et peut atteindre 30 % (Wertheimer, 1958 ; Lepigre, 1963). Egalement, Ideer *et al.*, (2009a), ont enregistré dans les palmeraies de la région de Ouargla, un niveau d'infestation pouvant atteindre 57 %. D'après Bensalah (2015), le taux d'infestation évalué en 2013 dans une palmeraie à Tolga sur des dattes retombées par le sol est de 51,16 %, cependant, un taux de 20,64 % est enregistré sur les dattes en branchettes. En Tunisie, la pyrale des dattes reste le ravageur le plus abondant et le plus important sur le plan économique dans les zones phœnicicoles, environ 20 % des dattes de la variété Deglet Nour sont régulièrement attaquées (Khoualdia et Marro, 1996). De même qu'au Maroc, ce ravageur cause jusqu'à 30 % de pertes (Bouka *et al.*, 2001). Aux Etats Unis, le taux d'infestation varie annuellement de 10 à 40 % sur la variété Deglet Nour (Farrar, 2000 et Nay et Perring 2006).



**Figure 5 :** Dégâts de la pyrale de dattes sur les dattes de la variété Deglet Nour dans la palmeraie et en stock (Originale, 2013)

## 2.4. Moyens de lutte contre la pyrale des dattes

Pour contrôler les ravageurs, l'agriculture d'aujourd'hui fait appel à plusieurs méthodes de protection dont, la lutte physique ou culturale, la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte Microbiologique et enfin la combinaison par une ou deux méthodes précitées relevant à la notion de la lutte intégrée. La lutte culturale contre la pyrale de datte regroupant toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique (Dore *et al.*, 2006). Elle se base sur l'entretien et la conduite de la palmeraie et du palmier dattier, par le ramassage et l'élimination des fruits abandonnés et infestés sur le palmier dattier (cornaf, couronne, cœur) et au niveau du sol, ainsi que le nettoyage des lieux de stockage des restes des récoltes précédentes. L'ensachage des régimes est une technique de plus en plus utilisée, elle permet de réduire notablement l'infestation de dattes par les populations de *E. ceratoniae* (Ben Othman *et al.*, 1996 ; Bouka *et al.*, 2001).

L'utilisation des radiations ou lutte radiobiologique comme un moyen physique pour provoquer la mort ou la stérilité de *E. ceratoniae*, dont l'irradiation avec les rayons Gamma engendre la stérilité des mâles (lutte autocide), mais en gardant tout leur potentiel d'activité sexuelle. Leur accouplement entraîne de la part des femelles à des pontes stériles (Benaddoun, 1987 ; Dridi *et al.*, 2000 ; Mediouni Ben Jemaa et Dhouibi, 2007).

Ce pendant, les interventions chimiques n'ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production de dattes à cause de la biologie et du comportement alimentaire de la pyrale. Les larves de cette dernière se nourrissent et se développent à l'intérieur de la datte où elles y sont bien protégées (Khoualdia *et al.*, 1996 ; Mediouni Ben jemaa *et al.*, 2004 ; Lebdi Grissa *et al.*, 2011 ; Peyrovil *et al.*, 2011 ; Azqandi *et al.*, 2015). Plusieurs molécules chimiques ont été utilisées, Lepigre (1961), a préconisé un traitement à base de DDT à 10% qui donne un pourcentage d'efficacité de 67%, mais son inconvénient est que les dattes molles fixent fortement l'insecticide. Dhouibi (1989), a suggéré l'utilisation d'autres insecticides tels que le Malathion à 2%, le Parathion à 1,25%, et le Phosalon à 4%, qui ont donné de bons résultats. Généralement la période d'intervention par des insecticides chimiques est au mois de Juillet-Août jusqu'à Septembre (stade Bser -prés récolte). Le problème de trouver une méthode de lutte chimique qui donne satisfaction à la fois sur le plan de l'élimination du parasite, sur le plan des équilibres écologiques, sur le plan économique et sur le plan de la protection sanitaire du consommateur reste encore entier.



Cependant, la lutte biologique n'introduit pas d'éléments toxiques dans le milieu et n'entraîne pas de pollution de l'environnement. Ce mode de défense des cultures s'est diversifié suivant les problèmes à résoudre (Le Berre, 1978). La lutte biologique désigne selon van Lenteren, (2008), l'utilisation d'organisme pour réduire les densités d'un autre organisme est le moyen le plus efficace et sans danger pour l'environnement. En Algérie, c'est durant les années 80 que des essais de lutte biologique ont commencé contre ce ravageur dans des vergers de *Citrus* (Doumandji-Mitiche, 1983) et dans les palmeraies d'Ouargla (Idder, 1984) par l'utilisation de *Trichogramma embryophagum*. La recherche des ennemis naturels d'ordre animale se poursuit jusqu'à nos jours par l'utilisation de *T.embryophagum* (Idder *et al.*, 2009 b) et par l'utilisation des autres auxiliaires tels que *Phanerotoma flavitestacea* et *Bracon hebetor* (Bensalah et Ouakid, 2015). Ces deux auxiliaires peuvent être utilisés en combinaison, le premier au champ et le deuxième pendant la période de stockage (Dehliz *et al.*, 2016).

Le concept de la lutte biologique a subi une évolution au cours du temps et intègre dans sa définition actuelle toutes les formes non chimiques de contrôle des ravageurs, parmi ceux-ci, les microorganismes entomopathogènes ou l'utilisation de produits issus de ces microorganismes tels que les virus, les bactéries ou les champignons. En effet, l'utilisation de la bactérie de *Bacillus thuringiensis* var *Kurstaki* sur la pyrale des dattes à la dose de 5l / ha, a montré des résultats encourageants (Dhouibi, 1989). En plus les divers essais réalisés ces dernières années en Algérie ont montré que cette bactérie a réduit notablement l'infestation dans les palmeraies du Ziban (Zouioueche et Rahim, 2008 ; Bensalah, 2015).

### 3. Présentation des parasitoïdes de *E. ceratoniae* étudiés

Avant de débiter la description spécifique des parasitoïdes *P. flavitestacea* et de *B. hebetor* qui font l'objet de cette étude, il convient de définir la notion de parasitoïde et de donner quelques généralités.

Terme introduit par Reuter (1913) et défini par Doult (1959), un parasitoïde est un insecte qui se développe sur ou dans un autre organisme, son hôte ; il en tire sa subsistance et le tue comme résultat direct ou indirect de son développement (Eggleton et Gaston, 1990). Les parasitoïdes, ont donc un comportement intermédiaire entre les parasites et les prédateurs puisqu'ils ont besoin d'un autre organisme pour se développer et qu'ils tuent toujours les hôtes

qu'ils attaquent (Godfray, 1994). Cependant, ils ne sont parasites qu'à l'état larvaire, la phase adulte étant toujours libre. Le succès reproducteur de ces organismes dépend directement du nombre et de la qualité des hôtes qu'ils exploitent au cours de leur vie parasitaire. On trouve essentiellement les espèces de parasitoïdes chez les Hyménoptères (à 75%) et les Diptères (à environ 20%) (Boivin, 1996).

Les modes de vie des parasitoïdes sont classés en fonction du stade hôte qu'ils attaquent et dans lequel ils se développent. Ils peuvent être des parasitoïdes des œufs (ooparasites) ou parasitoïdes des larves et des parasitoïdes ovo-larvaires. Aussi, que, sur le site de développement (ectoparasitoïdes ou endoparasitoïdes) et par le nombre de développement de larves (hôte solitaires ou grégaires) (Shaw et Huddleston, 1991).

Plusieurs travaux penchant sur la lutte biologique contre la pyrale de dattes par l'utilisation de ses ennemis naturels affirment que les parasitoïdes appartenant à l'ordre des hyménoptères sont les plus efficaces, parmi ceux-ci, *P. flavitestacea* et *B. hebetor*. Ces deux parasitoïdes sont surtout caractérisés par leur abondance en palmeraies et dans les lieux de stockage (Dhouibi et Jemmazi, 1996 ; Gómez et Ferry, 2005 ; Kanaoui, 2009 ; Kanaoui, 2012 ; Belhout, 2014).

### **3.1. *Phanerotoma flavitestacea* Fischer**

*P. flavitestacea* est une espèce koinobionte solitaire endoparasite des Pyralidés et même d'autres familles de lépidoptère (Moreno *et al.*, 1992). Le parasitoïde a été décrit par Fischer en 1959, appartenant à l'ordre des Hymenoptera, de la famille des Braconidae et de la sous famille de Cheloninae. Il est répandu dans tous le bassin méditerranéen (Biliotti et Daumal, 1969 ; Achterberg, 1990).

Cette petite guêpe mesure environ 3,75 mm d'envergure et de couleur marron jaunâtre à brun clair, généralement le sommet de l'antenne est noirâtre. Son abdomen est court, large et légèrement comprimé présentant trois segments abdominaux (Fig. 6) (Achterberg, 1990).

Chez les imagos, il apparaît un dimorphisme sexuel pondéral et biochimique. Le mâle de *Phanerotoma*, plus léger et plus petit que les femelles (Hawlitzky, 1980). Les segments antennaires subapicaux des femelles sont plutôt moniliformes robustes et rétrécis à la base et

au sommet par rapport à ceux des mâles. Le troisième segment abdominal des mâles est plutôt variable de convexe tronquée à nettement aplatie, par contre chez les femelles est uniformément convexe dont la gaine de l'ovipositeur est légèrement renflée au-delà du sommet du métasome (Achterberg, 1990). L'ovipositeur est généralement court et de moins en moins caché sous la carapace (Huddleston et Walker, 1994).



**Figure 6 :** Adulte mâle et femelle de *Phanerotoma flavitestacea* (G : 10 x 22)  
(Originale, 2018)

### 3.1.1. Cycle biologique de *Phanerotoma. Flavitestacea*

L'accouplement entre mâles et des femelles de *P. flavitestacea* a lieu juste après leurs émergences et dure environ 10 à 50 secondes, puis les femelles commencent à rechercher des hôtes (Bennett, 1960 ; Harbo et Kraft, 1969).

*P. flavitestacea* appartient au groupe des parasites ovo-larvaires où on développement larvaire se déroule d'abord dans l'œuf puis dans les différents stades larvaires de la chenille-hôte (Hawlitzky, 1972).

Lors de la recherche des œufs de l'hôte, la femelle parcourt rapidement le milieu et l'explore avec ses antennes qui vibrent rapidement. Quand elle détecte la présence d'un œuf hôte, la femelle se concentre sur place afin d'examiner l'œuf avec des vibrations rapides des antennes jusqu'à ce que l'œuf soit touché. Par la suite, elle recourbe son abdomen sur le côté de l'œuf et en sortant l'aiguillon et l'enfonce dans l'œuf. La femelle dépose habituellement un seul œuf dans l'œuf de l'hôte (Fig. 7) (Bennett, 1960 ; Harbo et Kraft, 1969).

Généralement l'œuf du parasite éclot avant celui de l'hôte. Selon Biliotti et Daumal (1969) l'œuf de *P. flavitestacea* éclot dans l'œuf de *Ephestia kuehniella* (pyrale de la farine) 48 heures après son dépôt, à 20°C, ou au bout de 24 heures à 25°C (Hawlitzky, 1972).

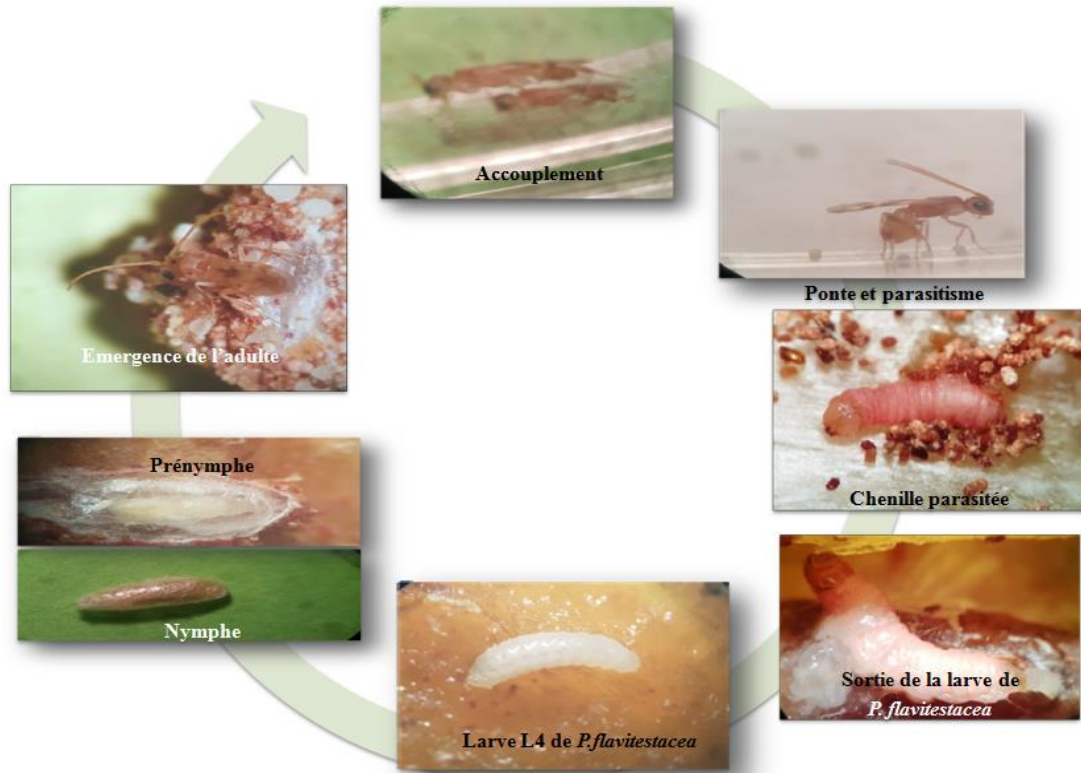
D'après Peter et David (1992), les larves de *P. flavitestacea* passent par quatre stades déterminés par la forme et la taille des mandibules. Les trois premiers stades larvaires ont une vésicule caudale et sont translucides. Le dernier stade n'a pas de vésicule caudale, peut survivre en dehors de l'hôte et, est blanc opaque.

Le premier stade larvaire du parasite dure en moyenne 25 jours à 25°C (Biliotti et Daumal, 1969). Le second stade larvaire de *P. flavitestacea* est toujours endoparasite qui consomme l'hémolymphe de la chenille-hôte (Hawlitzky et Boulay, 1986).

La larve parasite du troisième stade et début de quatrième stade sort progressivement de son hôte. Se rabat ensuite vers la partie postérieure de la chenille, perce un orifice dans les téguments et les vide entièrement de leur contenu, ne laissant finalement que les parties sclérotinisées et la capsule céphalique notamment (Hawlitzky et Boulay, 1986).

Les chenilles hôtes parasitées ont une couleur normale mais peuvent généralement être distinguées des chenilles non parasitées par une tête et un corps plus petits, ainsi que par la présence d'un lobe semblable au goitre au niveau de segment abdominal. Par ailleurs, les chenilles de l'hôte accroissent lentement et sont très rabougries (Fig.7) (Jones, 1958 ; Hawlitzky, 1979).

*P. flavitestacea* présente donc à son dernier stade larvaire un comportement particulier qui le fait passer d'un mode de vie strictement endoparasite à un mode de vie ectoparasite (Hawlitzky et Boulay, 1986). Cette phase sarcophage dure 3 jours à 25°C en tenant compte du temps nécessaire à la larve parasite pour tisser son cocon de nymphose (Biliotti et Daumal, 1969). La durée du développement nymphal est d'une quinzaine de jours au laboratoire à 25°C. L'imago du parasite émerge en découpant dans le cocon un opercule circulaire, situé à la partie apicale. (Biliotti et Daumal, 1969). Selon Parker (1951), le cycle de vie complet de *P. flavitestacea* nécessite environ 30 jours à 25 ° C.



**Figure 7** : Cycle biologique de *P. flavitestacea* sur *E. ceratoniae* (G : 10 x 22)  
(Originale, 2018)

### 3.2. *Bracon hebetor* Say

*B. hebetor* (Say) est un ectoparasitoïde, idiobionte et grégaire attaquant les chenilles de plusieurs lépidoptères (Heimpel *et al.*, 1997 ; Darwish *et al.*, 2003 ; Khalafalla, 2012). Il a été enregistré pour la première fois sur *Corcyca cephalonica* (pyrale du riz) infestant les grains stockés (Krishna Ayyar, 1934). *B. hebetor* est un parasitoïde hautement polyphage distribué dans plusieurs pays (Aamer *et al.*, 2015).

Ce parasitoïde appartient à l'ordre des hyménoptères, à la superfamille des Ichneumonidea et à la famille des Braconidae. Le nom générique *Bracon* a été donné par Fabricius en 1804 et le nom spécifique *B. hebetor* a été retenu par Say en 1836 (Forouzan *et al.*, 2008).

*B. hebetor* est une petite guêpe de 3 mm de long, de couleur jaunâtre avec des plages noires sur le prothorax. Les ailes antérieures à trois cellules cubitales. En effet, cette espèce est caractérisée par la présence de 13 à 16 articles antennaires chez la femelle et 22 articles chez le mâle, (Fig. 8) (Maafi et Chi, 2006).

Le dimorphisme sexuel est bien marqué, chez *B. hebetor*, se fait aisément à l'œil nu. Les mâles sont de taille plus petite que les femelles, les antennes plus longues et l'abdomen plus petit. Sur l'abdomen de la femelle, on peut observer des bourrelets latéraux jaune clair alors que les faces dorsales et ventrales sont plutôt de coloration rousse pour les individus venant de l'extérieur et noir pour ceux élevés au laboratoire (Fig. 8) (Dième, 1986).



**Figure 8 :** Adulte mâle et femelle de *Bracon hebetor* (G : 10 x 20)  
(Originale, 2018)

### 3.2.1. Cycle biologique de *Bracon hebetor* Say

La rencontre entre le mâle et la femelle survient peu de temps après l'émergence, l'accouplement dure quelques secondes, la femelle reste immobile pendant toute la durée d'acceptation. Après l'accouplement, les deux individus se séparent (Dième, 1986).

D'après Doumandji-Mitiche (1983), La femelle de *B.hebetor*, dès qu'elle est en présence d'une chenille-hôte, recourbe son extrémité abdominale et pique latéralement son hôte à l'aide de sa longue tarière pour paralyser son hôte, la femelle l'attaque en s'agrippant étroitement avec ses pattes et ses mandibules. La piqûre est rapide quelques secondes sans relâcher l'hôte malgré les mouvements violents de la part de la chenille, souffrant de la piqûre, la chenille bouge de moins en moins généralement une piqûre suffit pour immobiliser la proie. Cependant, les piqûres peuvent être répétées en différentes places de l'abdomen. La réaction de l'hôte s'affaiblit au bout de quelques temps ; il faut attendre généralement 5 à 22 minutes avant que la chenille ne soit complètement paralysée. La femelle parasite paralyse l'hôte par l'injection d'un venin sécrété de sa glande, elles tendent à paralyser toutes les chenilles en mouvement (Beard, 1952 in Laing et Caltagiron, 1969 ; Dième, 1986). La femelle de *B. hebetor* pond ses œufs sur la chenille paralysée ou à côté d'elle. Les œufs éclos donnent des larves néonates ayant les mêmes dimensions que les œufs, soit un peu moins d'un millimètre, ainsi que la même forme. Les larves sont segmentées. Ces dernières se fixent à la chenille

paralysée afin de s'en nourrir. Trente-quatre heures plus tard, ces larves atteintes leur taille maximale de 3,5 mm à 26°C et 60% d'humidité relative. Les larves de dernier stade abandonnent son hôte pour aller construire un cocon individuel grâce aux files de soie. Ce cocon est toujours de même forme mais de taille relativement variable (Fig. 9) (Doumandji-Mitiche, 1983).

D'après Doumandji- Mitiche (1983), le cycle biologique de *B. hebetor* dure, de stade embryonnaire au stade imaginal, 13 jours en moyenne, à 26°C de température et 60% environ d'humidité relative. La durée embryonnaire est de  $45 \pm 10$  heures, ainsi que la vie larvaire totale est de 154 heures, la période nymphale dure 3,5 jours en moyenne.



**Figure 9** : Cycle biologique de *Bracon hebetor* sur *E. ceratoniae* (G : 10 x 20)  
(Originale, 2018)

# **Chapitre 2 : Matériel et Méthodes**



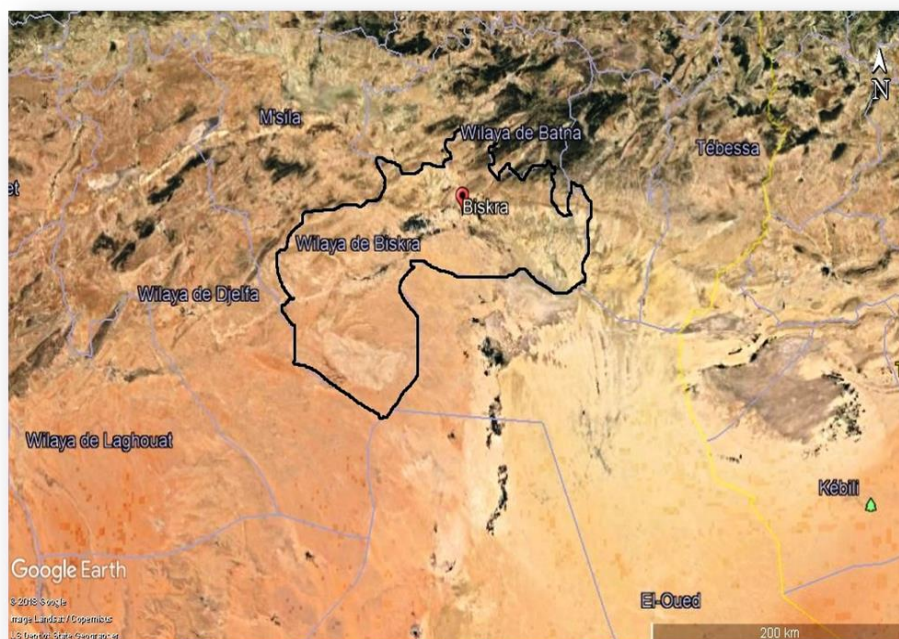
## 1. Région d'étude

### 1.1. Situation géographique de la wilaya de Biskra

La wilaya de Biskra est située au centre-est de l'Algérie, aux portes du Sahara algérien, à environ 400 km au sud-est de la capitale, ces coordonnées géographiques sont de 34°48' Nord et 5°44' Est. Biskra s'étend sur une superficie d'environ 2 167 120 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par la Wilaya de Batna, au Nord-Ouest par la Wilaya de M'sila au Nord-Est par la Wilaya de Khenchela, au sud par la Wilaya d'El Oued et au Sud-Ouest par la Wilaya de Djelfa (Rouahna, 2007) (Fig. 10). Elle compte actuellement 12 Daïras et 33 communes (Farhi, 2001).

La région de Biskra porte également le nom des Ziban, un mot arabe qui signifie ensemble d'Oasis, pluriel de Zab, elle est une région agricole dynamique caractérisée par un piedmont divisé en deux compartiments de part et d'autre de la ville (Belguedj et *al.*, 2008)

- Zab El - Biskri, oasis de Biskra.
- Zab Chergui (Zab oriental).
- Zab Guebli (Zab méridional).
- Zab Dahraoui (Zab septentrional).



**Figure 10** : Situation géographique de la wilaya de Biskra (Google Earth, 2019).

## 1.2. Relief

La région de Biskra appartient à deux grands groupes structuraux :

- **L'Atlas Saharien** : situé au Nord formant une longue série de reliefs orientés NE-SE, c'est le domaine de la Berbérie (Busson, 1989). Limité au Sud par la flexure sud atlasique. En effet, L'Atlas Saharien est né d'un long sillon subsidés compris entre les hauts plateaux et la plate-forme saharienne (Chabour, 2006). Les monts des Aurès prolongent l'Atlas Saharien vers le Nord-Est, ils se présentent sous forme d'une de synclinaux et anticlinaux de direction Est-Nord-Est (Guiraud, 1990).
- **La plate-forme saharienne** : relativement stable, où la tectonique est moins prononcée, appartient au craton africain, elle est caractérisée en général, par des régions plates (Chabour, 2006).

Selon A.N.A.T (2003), la région de Biskra est une zone de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Le Nord de cette région est caractérisé par un relief assez élevé et accidenté, alors que, le sud est dominé par des plateaux et des plaines. D'une façon générale, ce relief peut être réparti en 4 grandes zones :

- **Zone Montagneuse** : située au Nord (Elkantara, Djamoura, M'chounche) et dont le point culminant apparaît dans le Djebel Takyiout (1942m).
- **Zone des plateaux** : située à l'Ouest et s'étend du Nord au Sud et englobe les daïras de Ouled Djallal, Sidi khaled et une partie de Tolga.
- **Zone des plaines** : s'étend sur l'axe El Outaya, Sidi Okba, Zeribet El Oued et Doucen.
- **Zone des dépressions** : située dans la partie Sud-Est de la région de Biskra (Chatt-Melghigh).

## 1.3. Facteurs édaphiques

D'après Halilat (1998), les sols de la région de Biskra sont hétérogènes mais ils sont constitués des mêmes catégories rencontrées dans l'ensemble des régions arides de l'Algérie. Les sols calci-magnésiques sont les plus répandus, se caractérisant par leur richesse en carbonates de calcium, en magnésium ou en sulfate de calcium et avec une structure bien développée. Ces sols se localisent dans le Sud et l'Est de la wilaya. Les chaînes montagneuses du Nord sont dominées par des sols peu évolués et peu-fertiles et qui représente la deuxième classe. Les sols au niveau des plaines sont argileux-sodiques (plaine d'El Outaya) ou halomorphes (Ain Naga et M'ziraa) (Khachai, 2001 et A.N.A.T, 2003).

## 1.4. Facteurs Climatiques

Il est bien évident que les facteurs climatiques n'agissent jamais de façons isolées. Seule la combinaison de l'ensemble des valeurs climatiques (température, pluviométrie, humidité, vent...) permet de comprendre l'influence du climat sur l'apparition et l'abondance d'une espèce végétale ou animale donnée (Ramade, 2003). Le climat de Biskra est chaud et sec en été, froid et sec en hiver. Les caractéristiques des zones d'étude sont obtenues à partir des données de la station météorologique de Biskra pour une période s'étalant de l'année 1989 jusqu'à l'année 2015 et ce en raison de l'absence de données climatiques propres à la zone d'étude. Les facteurs climatiques qui nous semblent importants pour notre problématique sont la température, les précipitations l'humidité et le vent.

### 1.4.1. Températures

Les données thermiques calculées sur une période de 26 ans (1989-2015) sont consignées dans le tableau 6, les températures moyennes maximales mensuelles sont les plus chauds durant le mois de juillet avec 41,2°C. Le mois de janvier est le mois le plus bas avec 7,4°C et la température moyenne annuelle est de 22,9°C.

**Tableau 6 :** Températures moyennes mensuelles minimales, maximales et moyennes de la région de Biskra durant la période 1989-2015 (Tutiempo, 2015).

T°/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T° min	7,4	11,6	13,0	15,2	20,2	24,7	28,1	28,0	23,5	18,4	13,4	12,5
T° max	17,3	18,9	23,4	27,5	32,9	37,7	41,2	40,3	35,0	29,5	22,2	17,7
T° moy	12,0	13,2	17,5	21,0	26,4	31,3	34,7	34,2	29,0	23,9	17,0	14,6

### 1.4.2. Précipitations

Selon Ramade (1984), les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. La région des Ziban se caractérise par de très faibles précipitations. Elles ne dépassent généralement pas les 200 mm par an. Ces pluies tombent d'une manière irrégulière et peuvent être torrentielles. La lecture des données mentionnées dans le tableau 7, montre que le climat de la région de Biskra est caractérisé par l'irrégularité des pluies. En effet, il existe des variations assez marquées de la pluviométrie durant les années 1989 jusqu'à 2015. De plus, la sécheresse a été relativement importante pendant ces années, qui s'étale durant

toute l'année, caractérisée par de faibles précipitations. La pluviosité moyenne la plus élevée est enregistrée durant le mois d'octobre avec 20,6 mm et la plus faible au mois de juillet (2,3 mm), la moyenne annuelle est de 137,1 mm.

**Tableau 7 :** Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Biskra durant la période 1989-2015 (Tutiempo, 2015).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
<b>P (mm)</b>	19,7	11,3	14,0	15,3	10,9	10,9	<b>2,3</b>	3,1	14,7	<b>20,6</b>	14,6	10,6	<b>137,1</b>

### 1.4.3. Humidité relative

Les données reportées dans le tableau 8, montrent que l'humidité relative est faible et varie beaucoup dans l'année par les effets des températures élevées. Elles oscillent généralement entre 25,8% au mois de juillet et 59,4% au mois de décembre.

**Tableau 8 :** Taux d'humidité relative de la région de Biskra durant la période 1989 -2015 (Tutiempo, 2015).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne
<b>Hr %</b>	57,2	48,5	42,8	38,5	33,2	28,9	<b>25,8</b>	30,5	39,6	48,0	54,2	<b>59,4</b>	42,21

### 1.4.4. Vent

Les vents dans la région de Biskra, sont fréquents durant toute l'année. Les vents chauds, secs et chargés de sables, soufflent surtout durant les périodes estivales et printanières. En hiver, les vents qui arrivent des hauts plateaux sont plutôt froids et plus ou moins humides. Entre 1989 et 2015, la vitesse moyenne mensuelle du vent la plus élevée est enregistrée dans le mois de juin (6,0 m/s), alors que, la plus faible est obtenue en décembre (3,5m/s) (Tab. 9).

**Tableau 9 :** Vitesses moyennes mensuelles des vents durant la période 1989 - 2015 exprimées en mètre par secondes (Tutiempo, 2015).

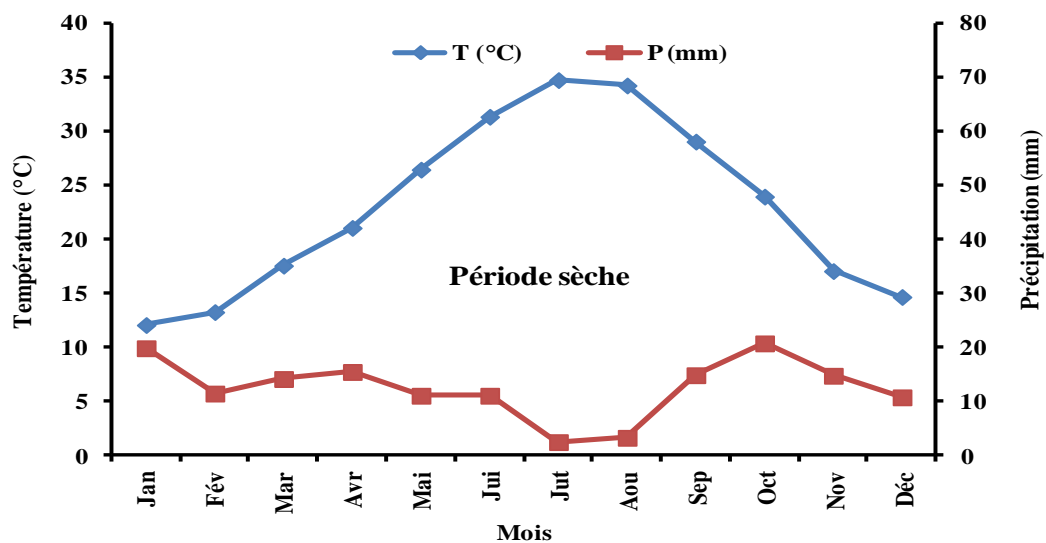
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>Vitesse moyen du vent (m/s)</b>	4,7	4,8	4,9	5,4	5,2	<b>6,0</b>	5,7	5,0	3,7	3,6	4,0	<b>3,5</b>

## 1.5. Synthèse climatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés, les plus employés font intervenir la température et la pluviosité, qui sont les facteurs les mieux connus et les plus importants. Ces derniers permettent de définir les limites climatiques d'une espèce donnée (Lebreton, 1978; Dajoz, 1996). La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme pluviothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

### 1.5.1. Diagramme pluviothermique de Gaussen

Le diagramme pluviothermique de Gaussen pour la région de Biskra établit sur la base des données climatiques de la période 1989 -2013, montre que la saison sèche s'étale sur toute l'année (Fig. 11).



**Figure 11** : Diagramme pluviothermique de Gaussen de la région de Biskra pour la période 1989 – 2015

### 1.5.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger "Q<sub>2</sub>" spécifique au climat méditerranéen permet de situer l'étage bioclimatique de la zone d'étude. En générale, pour l'Algérie on utilise la formule simplifiée par Stewart (1969) :  $Q_2 = 3,43 \times P / M - m$

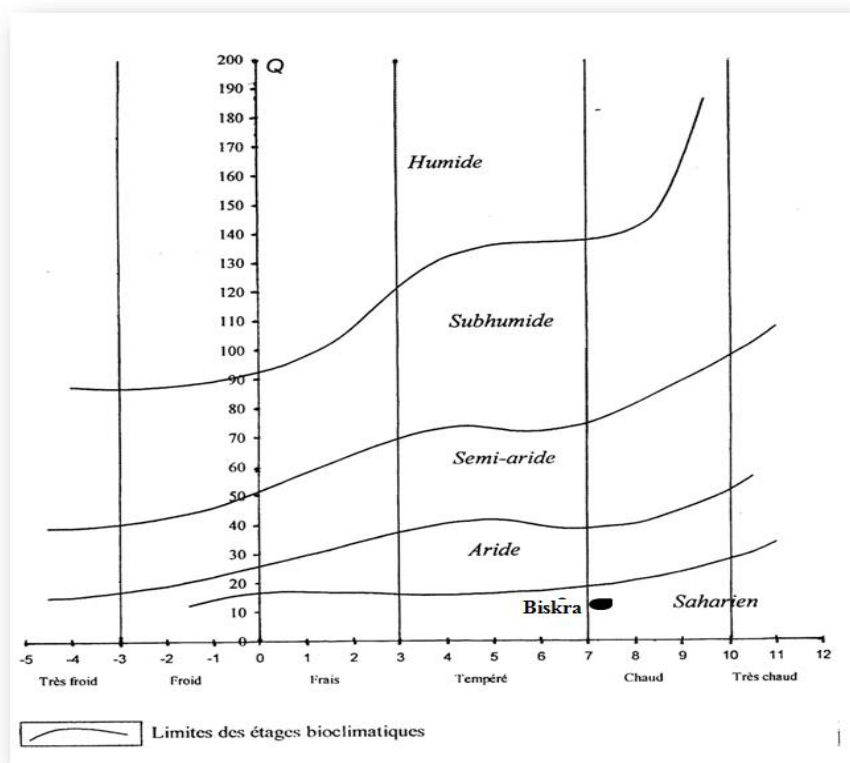
P : La somme des précipitations de la période prise en considération.

M : Température moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : Température moyenne des minima du mois le plus froid

Où  $M - m$  : Amplitude thermique ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Le Quotient pluviométrique " $Q_2$ " de la région de Biskra est calculé à partir des données de la période 1989 - 2015 est égal à **15,01**. Cette valeur classe la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud (Fig. 12).



**Figure 12** : Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger

## 2. Présentation de sites d'étude

Le travail expérimental a été mené dans deux exploitations privées situées dans le Zab Gharbi, ce dernier est considéré incontestablement le pôle commercial des dattes le plus dynamique de la wilaya de Biskra.

- **Site 1 :**

C'est une palmeraie appartenant à **Mr ATTIA** localisée dans une zone dénommée **Magtoufa** ( $34^{\circ}45' 00''$  N ;  $5^{\circ}22'59''$  E) dans la commune de Tolga qui se trouve au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra. Elle a une superficie de 1,5 ha et contient 200 palmiers âgés de 38 ans du cultivar Deglet Nour avec un pied de Mech Degla, de Ghars, de Guettara et un pied de la variété Tantboucht. C'est une exploitation biologique certifiée par l'organisation canadienne ECOCERT. En plus de dattiers, la palmeraie d'expérimentation comprend d'autres espèces fruitières (plus de 400 pieds de figuiers et quelques grenadiers).

Les palmiers sont distants de 8 sur 8 mètre. L'irrigation est par submersion à une fréquence d'une fois par quinze jours en hiver et d'une fois par semaine entre la mi-août et mi-septembre (Fig. 13 et 14).



**Figure 13 :** Localisation de premier site d'étude (Magtoufa) (Google Earth, 2018)



**Figure 14 :** Vue générale de la palmeraie de Magtoufa (Originale, 2018)

- **Site 2 :**

Cette palmeraie appartenant à **Mr LAADJAL et ses frères** située dans une zone dénommée **Domaine Ozval** ( $34^{\circ}42' 37.4''$  N ;  $5^{\circ}19'51.1''$ E) dans la commune de Foughala au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Biskra. Elle occupe une superficie de 5 ha, menée en monoculture et caractérisée par une diversité variétale de dattiers : 240 pieds de Deglet Nour , 100 pieds de Mech Degla et 20 pieds de Ghars. Qualifiée comme une palmeraie biologique par l'organisation ECOCERT, cette exploitation renferme une plantation d'une densité de 120 pieds /ha et une irrigation par submersion de fréquence une fois par semaine (Fig. 15 et 16).





**Figure 15 :** Localisation de deuxième site (Foughala) (Google Earth, 2018)



**Figure 16 :** Vue générale de la palmeraie de Foughala (Originale, 2018)

### 3. Matériel d'étude

#### 3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est la variété Deglet Nour, connue pour sa qualité qui résulte d'un savoir-faire spécifique local, ainsi c'est le cultivar le plus répandu dans toutes les palmeraies de Sud-Est Algérien (Sahli, 2013). Elle a été choisie grâce à sa large consommation à l'échelle nationale et sa grande valeur commerciale.

##### 3.1.1. Caractéristiques morphologiques et organoleptiques de la variété Deglet Nour

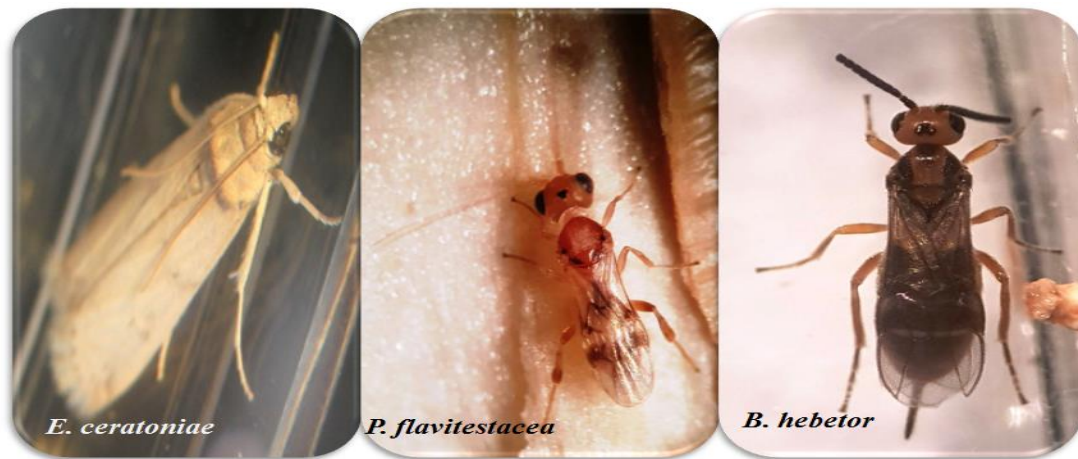
Le nom **Deglet Nour** signifie doigts de lumière. Ses dimensions sont de l'ordre de 6/1.8cm et d'un poids moyen de 12g. C'est une variété demie molle de goût parfumé de forme fuselée à ovoïde, légèrement aplatie du côté périanthe. Elle présente une auréole ambrée au stade Bser et une couleur roux clair avec des éclats jaunâtres. Au stade Rotab, elle est généralement translucide, rendant ainsi visible le noyau. Au stade Tmar, la datte devient ambrée avec un épicarpe lisse, brillant se plissant une fois la datte ramollit (Fig. 2 et 17). La date de maturité est entre octobre et novembre. Les dattes de cette variété sont utilisées fraîches et conservées sous forme de pilée (Munier, 1973 ; Belguedj, 2002 ; Idder et *al.*, 2009a).



**Figure 17** : Dattes de la variété Deglet Nour en stade Tmar (maturité complète) (Originale, 2013)

### 3.2. Matériel animal

Le matériel animal est composé des souches sauvages de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* et ses parasitoïdes ; *Bracon hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea* provenant des dattes infestées des palmeraies d'étude.



**Figure 18** : Espèces étudiées (G : 10 x 22)  
(Originale, 2018)

## 4. Méthodologie d'étude

### 4.1. Etude de la bio-écologie de *E. ceratoniae* in natura

#### 4.1.1. Etude des fluctuations saisonnières

D'après Roth (1972) et Robert et Rouz- Jouan (1976), l'installation des pièges permet de suivre l'activité de vol des différentes espèces et de savoir précisément quelles sont les périodes de l'année pendant lesquelles cette activité aura lieu. Pour cela, le suivie de la fluctuation de la population imaginaire de *E. ceratoniae* a été assuré grâce à un système de monitoring basé sur le piégeage. Deux pièges à phéromones sexuelles de type Russell IPM ont été installés dans les stations d'étude durant trois ans. Chaque piège est composé d'un diffuseur de phéromones (capsules), spécifiques à *E. ceratoniae*, destiné à attirer les mâles, et un système de capture représenté par une plaque engluée disposée dans le piège Delta AATRAP. Les pièges sont espacés l'un de l'autre par une distance de 50 m (Al-Jamali, 2006) et ils sont accrochés à des palmiers à une hauteur de 1,5 m du sol (Farazmand, 2012) (Fig. 19). Un contrôle hebdomadaire est effectué par le comptage des adultes capturés. Le

changement des capsules à phéromones est effectué selon l'indication du fabricant (4 semaines en hiver et 2 semaines en été).



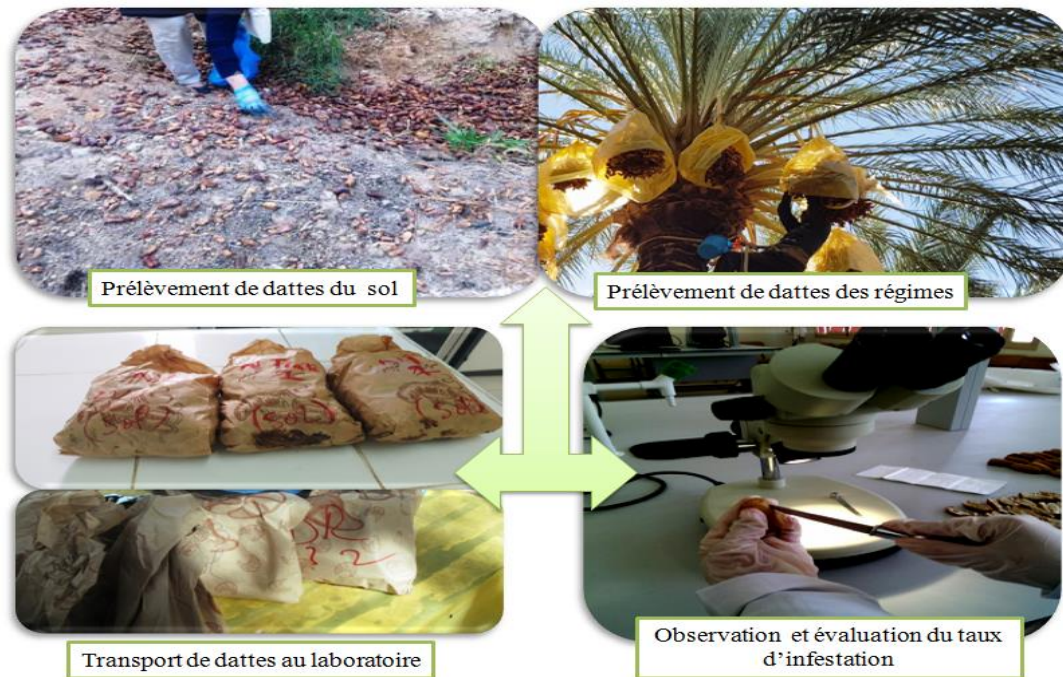
**Figure 19 :** Emplacement et lecture de piège à phéromone

#### **4.1.2. Etude des variations de niveau d'infestation des dattes**

Comprendre et quantifier les dégâts causés par *E. ceratoniae* est un pré-requis indispensable pour la gestion intégrée de la santé des palmeraies. De ce fait, le suivi des variations du niveau d'infestation chez la variété Deglet Nour a été procédé par un échantillonnage des dattes, durant les campagnes phœnicicoles des années 2012, 2013 et 2014, commençant en mois de juillet au stade grossissement du fruit jusqu'à la récolte des dattes au stade de maturation complète des fruits.

##### **4.1.2.1. Echantillonnage des dattes**

L'évaluation de taux d'infestation est effectuée sur 12 palmiers pris aléatoirement et repérés à l'aide des plaques numérotées. A cet effet, un échantillonnage de 100 dattes est réalisé sur chaque pied touchant l'ensemble des régimes du dattier. En parallèle, une centaine de dattes sont prises sur le sol aux dessous des pieds numérotés. Par la suite, les dattes prélevées ont été mises dans des sachets de papier kraft sur lesquelles, la date et le numéro de pied étaient mentionnés. Ceux-ci afin de contrôler et compter les dattes véreuses sous loupe binoculaire au laboratoire (Fig. 20). Toutefois, la collecte des échantillons est effectuée chaque quinze jours pour les stades (grossissement des fruits et pré-maturation), puis chaque semaine pour les stades (maturation et récolte) pendant toute la durée d'étude.



**Figure 20 :** Echantillonnage des dattes et observation sous loupe binoculaire

#### 4.1.2.2. Calcul de taux d'infestation

Le taux d'infestation est le pourcentage de dattes renfermant une larve, des excréments ou de chrysalide. La formule de calcul est décrite par Doumandji-Mitiche, (1983) :

$$\text{Taux d'infestation/pied (\%)} = \frac{\text{Nombre de dattes infestées}}{\text{Nombre total des dattes échantillonnées}} \times 100$$

#### 4.2. Etude des paramètres biologiques de deux parasitoïdes indigènes (ou autochtones) de *E. ceratoniae* et essai de lutte biologique en laboratoire

La mauvaise identification des ravageurs et de leurs ennemis naturels, ainsi que la mauvaise interprétation de l'interaction ravageur-ennemi naturel ont conduit à l'échec de nombreux programme de lutte biologique (Bin *et al.*, 2012). Pour cette raison, la biologie du ravageur et de ses ennemis naturels doit être bien connue (Van Lenteren, 2008 ; Sorensen *et al.*, 2012). De ce fait, la connaissance des différents paramètres biologiques est capitale pour comprendre non seulement la bio-écologie des parasitoïdes de *E.ceratoniae* , mais également pour optimiser leur utilisation en tant qu'auxiliaires de lutte biologique contre ce ravageur.

#### 4.2.1. Elevage de masse de *E. ceratoniae*

L'élevage de masse de la pyrale des dattes était une démarche primordiale qui servira, comme hôtes pour l'élevage et l'étude de ces parasitoïdes. Par ailleurs, l'élevage de masse est conduit avec une souche de *E.ceratoniae* provenant des dattes véreuses de la variété Deglet Nour. L'élevage est réalisé au laboratoire d'entomologie de la station régionale de Protection des Végétaux de Biskra.

Les dattes infestées sont mises dans des cages d'élevage dans une chambre d'élevage à ambiance contrôlée (température de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , une humidité relative de  $65 \pm 10\%$  et une photopériode 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité) (Al-izzi *et al.*, 1987). A l'émergence, les adultes de la pyrale sont capturés à l'aide d'un tube à essai, et mis ensuite à l'intérieur des bocaux d'accouplement sans sexage.

Après accouplement, les femelles vont pondre à l'intérieur des bocaux. Les œufs pondus sont déversés à travers la tulle à mailles fines dans des boites en plastique de grand modèle, contenant le milieu d'élevage composé des dattes desséchées et broyées.

Après quelques jours, les œufs éclosent et le développement larvaire se poursuit dans le milieu d'élevage jusqu'aux derniers stades larvaires ( $L_4 - L_5$ ) dont on peut faire le sexage (Naidji et Kebici, 2009). La distinction des chenilles mâles des femelles se détermine par la présence d'une tâche noire sur la face dorsale des chenilles mâles au niveau du 7<sup>ème</sup> segment abdominal. A ce stade les chenilles mâles et femelles sont mises séparément chacune dans un tube à hémolyse avec un morceau de carton ondulé, fermé avec un bouchon de coton pour inciter la nymphose. Les tubes à hémolyse comportant les chenilles de chaque sexe, sont groupés, maintenus par des élastiques et mis dans des boites en plastiques jusqu'à l'émergence des adultes (Dridi *et al.*, 2001) (Fig. 21).



**Figure 21** : Différentes étapes d'élevage de *E. ceratoniae* en condition contrôlée (Originale, 2013)

#### 4.2.2. Etude des paramètres biologiques de *Bracon hebetor*

Pour déterminer les paramètres biologiques de ce parasitoïde, un élevage de *B. hebetor* est réalisé sur les larves adultes (L<sub>4</sub> - L<sub>5</sub>) de la pyrale des dattes. L'élevage est conduit au laboratoire d'entomologie de la station régionale de la protection des végétaux de Biskra. Ce laboratoire est équipé d'une chambre d'élevage des parasitoïdes et une chambre d'élevage de la pyrale de dattes dans les quelles la température est maintenue à 28±1°C, l'humidité relative à 65 ±10% et la photopériode à 16 : 8 (L : O) heures.

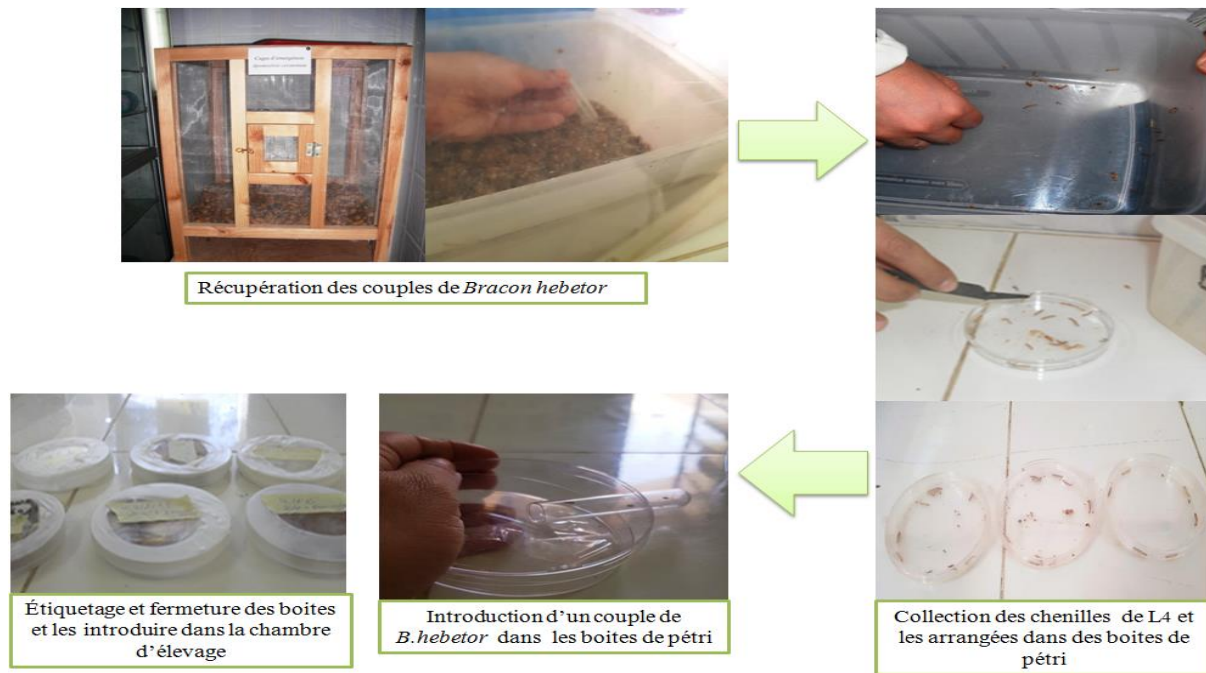
Les adultes de *B.hebetor* sont collectés à partir des cages d'émergences contenant les dattes infestées originaires des palmeraies d'étude. Cet ectoparasitoïde a été élevé sur des chenilles (L<sub>4</sub> et L<sub>5</sub>) de *E. ceratoniae* provenant de l'élevage de masse de cette dernière.

Pour faciliter l'observation et le suivi des paramètres biologiques de *B.hebetor*, nous avons introduit dans des boîtes de Pétri qui contiennent des chenilles hôtes, un couple de parasitoïde par boîte, le tout en six répétitions avec un témoin. Elles sont ensuite fermées et placées dans la chambre d'élevage. Le suivi et le contrôle des bio-essais se fait quotidiennement sous loupe binoculaire afin d'élucider les différents paramètres de développement : l'incubation des œufs, les différentes phases de développement larvaire, la nymphose, la longévité et le sex-ratio. En parallèle, nous avons observé et calculé les différents paramètres de reproduction (fécondité des femelles, fertilité des œufs, le nombre moyen d'œufs par femelle et le nombre moyen d'œufs fertiles par femelle) (Fig. 22).

#### **4.2.2.1. Etude de l'activité parasitaire de *Bracon hebetor***

Pour déceler le potentiel parasitaire de *B.hebetor* sur son hôte, nous avons préparé six boîtes de Pétri contenant chacune 10, 15 et 20 chenilles L<sub>4</sub> de *E.ceratoniae* ; ensuite nous introduisons dans chaque boîte un couple de *B. hebetor* nouvellement émergé récupéré à partir de l'élevage de masse, le tout en six répétitions. Les boîtes sont bien fermées et étiquetées et placées dans la chambre à ambiance contrôlée. La vérification des boîtes se fait quotidiennement afin de compter le nombre de chenilles d'hôte paralysées, le nombre des œufs du parasitoïde par chenille, nombre des chenilles parasitées et le nombre des parasitoïdes et de *E.ceratoniae* adultes émergés. Ces données ont été également exploitées pour le calcul de taux de parasitisme des chenilles de *E.ceratoniae* par les femelles de *B.hebetor*.





**Figure 22 :** Technique d'élevage de *B.hebetor* et de parasitisme des chenilles d'*E.ceratoniae*

#### 4.2.3. Etude des paramètres biologiques de *Phanerotoma flavitestacea*

L'étude des paramètres biologiques du parasitoïde ovo-larvaire *P.flavitestacea* nécessite un élevage de ce dernier. En effet, l'élevage a été mené dans une chambre à ambiance contrôlée avec une température de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , une humidité relative de  $65 \pm 10\%$  et une photopériode de 16 : 8 (L : O) heures.

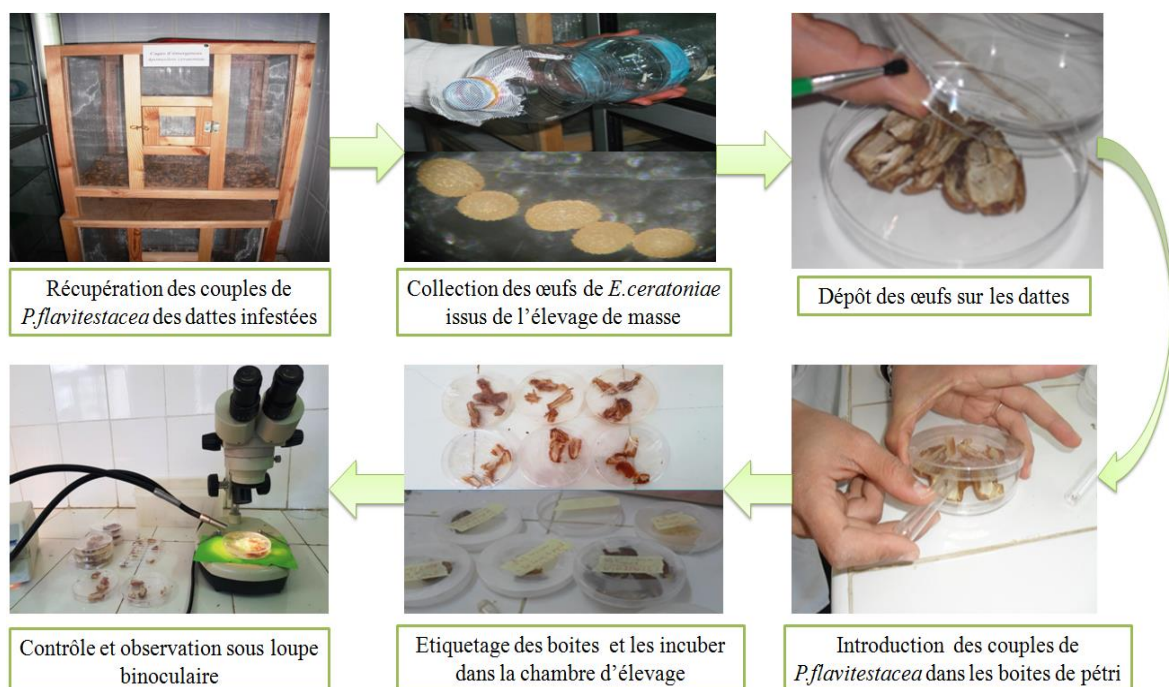
Des œufs d'*E. ceratoniae* âgés de 24 h issus de l'élevage de masse ont été déposés sur des morceaux de dattes saines dans des boîtes de pétri. En parallèle, les couples de *P.flavitestacea* sont récupérés à partir des chambres de stockage et sont introduits dans les boîtes contenant les œufs hôtes. Ces dernières sont fermées, étiquetées et recouvertes par un parafilm, puis elles sont conservées dans la chambre d'élevage.

Après la mort du couple de *P.flavitestacea*, nous rajoutons encore des morceaux de dattes dans les boîtes de Pétri afin d'assurer une alimentation suffisante aux chenilles de l'hôte. Des observations quotidiennes sous la loupe binoculaire ont pour but d'estimer les différentes phases de développement de l'hôte parasité, de l'éclosion jusqu'à la sortie des larves de parasitoïde et la mort des chenilles hôtes. Ainsi la constatation de l'évolution des stades imparfaits en mode ectophage, de prénymphose jusqu'à l'émergence des adultes de *P.flavitestacea*.

Ces observations ont été enregistrées en vue de calculer la durée des différentes phases de cycle biologique, la longévité et le sex-ratio de ce parasitoïde koinobionte.

#### 4.2.3.1. Etude de l'activité parasitaire de *Phanerotoma flavitestacea*

Compte tenu des conditions climatiques dans lesquelles cet entomophage est appelé à agir, nous avons essayé d'avoir une idée de son pouvoir parasitaire à une température de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  à une humidité relative de  $65 \pm 10\%$ . Les œufs de *E. ceratoniae* âgés de 24 heures récoltés à partir des bocaux d'accouplement sont déposés sur des morceaux de dattes saines dans des boîtes de Pétri à l'aide d'un pinceau. Ensuite, on a introduit par boîte, un couple de *P. flavitestacea* nouvellement émergé, les boîtes de Pétri contiennent 10, 20 et 30 œufs de *E. ceratoniae*, le tout en 6 répétitions, avec un témoin pour chaque modalité. Pour assurer le développement larvaire on a ajouté un peu du milieu nutritif puis on a recouvert les boîtes à l'aide d'un parafilm pour éviter la sortie des chenilles (Fig. 23). Les boîtes sont contrôlées quotidiennement sous une loupe binoculaire pour le comptage du nombre des œufs parasités, chenilles émergées, chenilles parasitées, parasitoïdes émergés et nombre des adultes de pyrale émergés. Ces données ont été exploitées afin de calculer le taux de parasitisme des œufs.



**Figure 23 :** Différentes étapes d'élevage de *P. flavitestacea*

### 4.3. Essai de lutte biologique inoculative contre la pyrale des dattes par *P. flavitestacea* dans la palmeraie des Ziban

D'après Van Lenteren (2000), la lutte biologique par lâchers inoculatifs a pour objet d'établir une population d'auxiliaires suffisante pour contrôler le ravageur durant une période limitée dans le temps. Si un ennemi naturel est déjà connu et disponible, il sera élevé de façon massive puis relâché au site où se trouve le ravageur ciblé. Dans notre cas, les bio-essais effectués au laboratoire testant conjointement les deux parasitoïdes, nous ont permis de sélectionner le parasitoïde ovariaire : *P. flavitestacea*. En effet, l'essor de ce choix est principalement dû à son effet remarquable prouvé sur les œufs de *E. ceratoniae*. De même le choix de l'utilisation de *P. flavitestacea* comme agent de lutte biologique dans la palmeraie contre la pyrale de dattes était préconisée ces dernières années par plusieurs auteurs tels que Madkouri (1978) ; Doumandji-Mitiche (1983) ; Ben Salah et Ouakid (2015) et Dehliz *et al.*, (2016).

#### 4.3.1. Elevage de masse et multiplication de *P. flavitestacea* au laboratoire

L'élevage de masse de *P. flavitestacea* est conduit dans la chambre d'élevage de la station régionale de protection des végétaux de Biskra. La chambre est menée en ambiance contrôlée avec une température de  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , une humidité relative de  $65 \pm 10\%$  et une photopériode de 16 : 8 (L : O) heures. Vu la nécessité d'un approvisionnement quotidien des œufs pour la multiplication de *P. flavitestacea*, l'élevage de masse de ce dernier s'est déroulé parallèlement avec l'élevage de masse de son hôte potentiel *E. ceratoniae*. Des œufs âgés de 24 h sont collectés et étalés sur une languette de carton collante pour former des ooplaques rectangulaires.

Les adultes de *P. flavitestacea* sont récupérés des dattes infestées ou de l'élevage et les tests précédemment effectués, sont introduits dans des bocaux afin de les soumettre aux ooplaques rectangulaires. Pour maintenir les femelles de *P. flavitestacea* en vie autant que possible, nous ajoutons de miel aux ooplaques rectangulaires comme une source de nourriture. Après 48 h de la soumission des œufs aux femelles de *P. flavitestacea*, les ooplaques sont récupérées et introduites dans des boîtes parallélépipédiques contenant le milieu nutritif artificiel pour assurer le développement et la croissance des chenilles de l'hôte (Fig. 24).

Les boîtes sont maintenues dans la chambre d'élevage et contrôlées quotidiennement jusqu'à l'émergence des adultes du parasitoïde. Une fois que nous constatons l'émergence de *P.flavitestacea*, les boîtes sont transportées et mises dans une cage d'émergence dans laquelle les adultes seront récupérés à l'aide d'un aspirateur dont sa sortie est couplée à un bocal afin de retenir les *P.flavitestacea*. Les bocaux contenant les parasitoïdes nouvellement émergés vont servir à l'établissement des lâchers dans le site expérimental.



**Figure 24** : Technique d'élevage de masse de *P.flavitestacea* dans les conditions contrôlées (Originale, 2013)

### 4.3.2. Procédé des lâchers inoculatifs de *P.flavitestacea* dans le site de Magtoufa

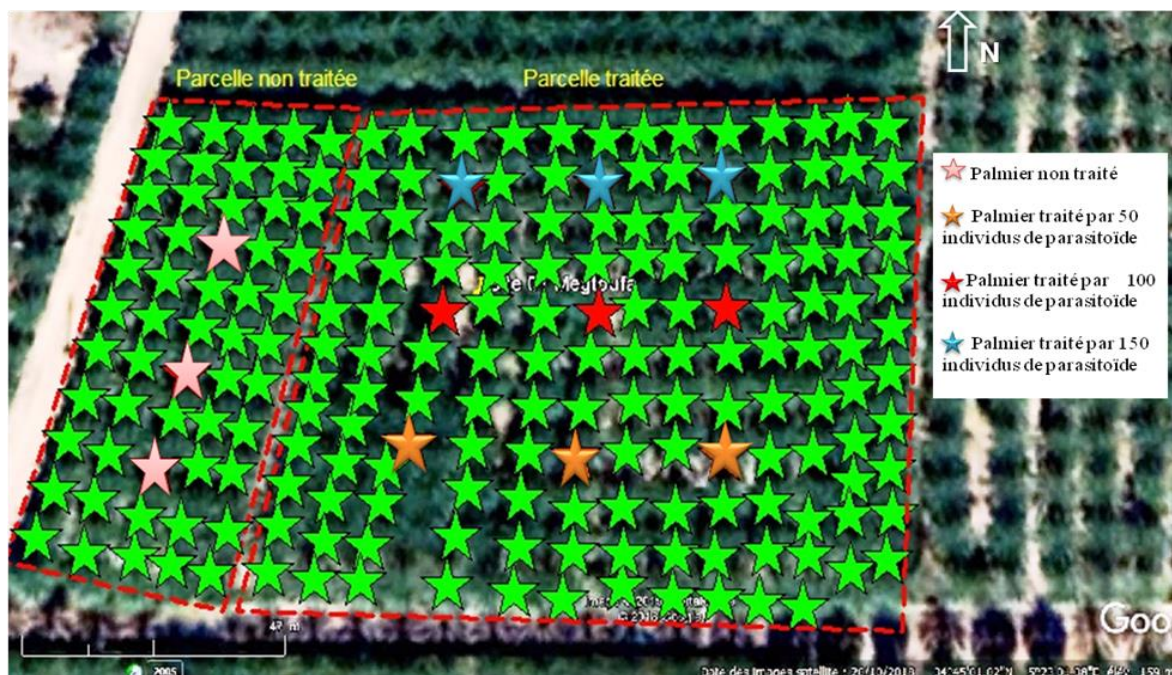
#### 4.3.2.1. Site des lâchers

A partir des deux sites expérimentaux, le site de Magtoufa était le plus adéquat à la réalisation des lâchers inoculatifs de *P.flavitestacea*, compte tenu de la superficie, de l'aspect structuré et notamment de l'homogénéité parcellaire de la palmeraie.

L'essai est effectué sur 12 palmiers de la variété Deglet Nour, pris aléatoirement, dont 3 pieds n'ont pas subi aux traitements et les 9 pieds restant ont soumis aux lâchers de parasitoïde (Fig. 25).

#### 4.3.2.2. Méthode des lâchers

Lors de notre expérience, nous avons adoptés 3 doses de lâcher ; 50, 100 et 150 individus de *P.flavitestacea*, auxquelles ont été préparées auparavant dans des bocaux en laboratoire, nous ajoutons également à ces bocaux, une source de nourriture (de miel étalé sur des bandelettes de carton). L'application des lâchers était basée fondamentalement sur les relevés de piégeage qui nous informent sur l'activité du ravageur en fonction des stades phénologiques de la datte particulièrement la ponte, car cette dernière est un facteur déterminant de la réussite de parasitisme d'où la présence de l'auxiliaire doit être synchronisée avec l'activité de ponte responsable de la génération nuisible. Par suite, les bocaux contenant le parasitoïde sont transportés dans des glacières afin d'assurer leurs survies. Les lâchers sont réalisés à chaque décade à partir de fin août jusqu'à la mi-octobre dans lesquelles, le nombre total des individus de *P.flavitestacea* inoculé durant l'essai a atteint 2000 individus. En effet, la technique de lâchers consiste à accrocher un bocal contenant une dose de l'auxiliaire sur un régime par palmier (Fig. 26).



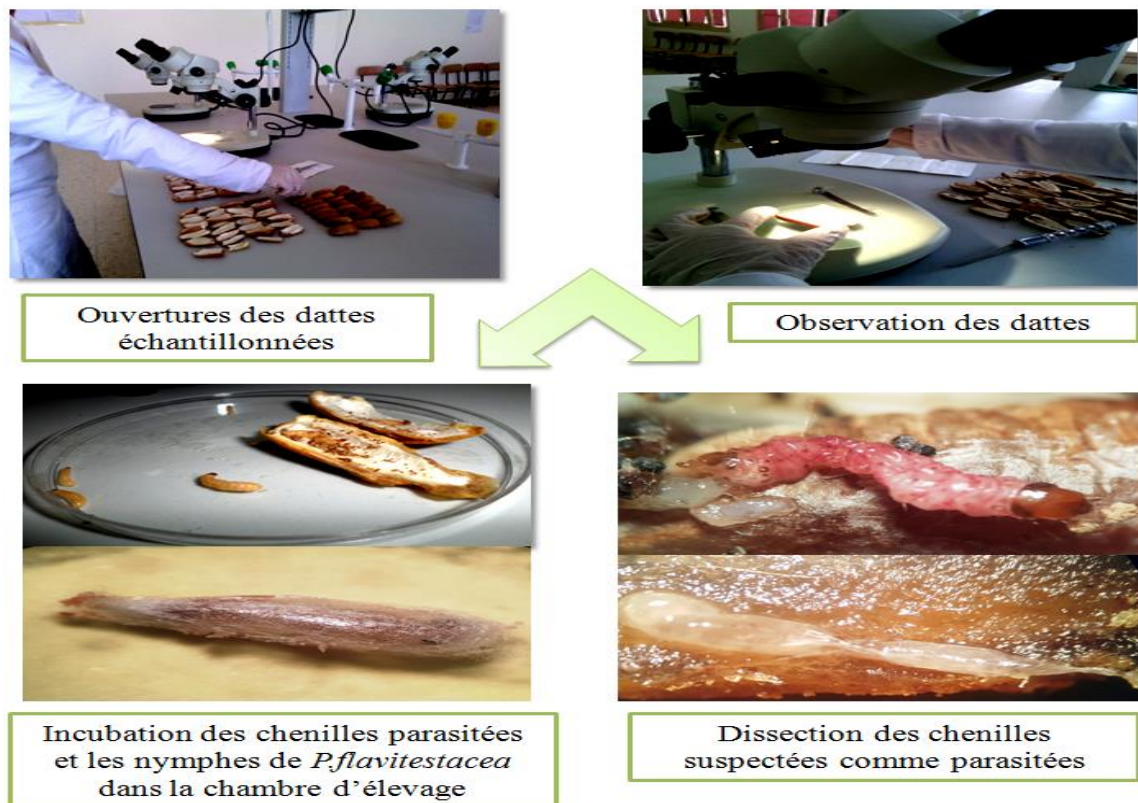
**Figure 25** : Dispositif expérimental adopté pour les lâchers de *P.flavitestacea* dans le site d'étude.



**Figure 26 :** Technique de lâcher de *P.flavitestacea* dans le site d'étude (Originale, 2015).

#### 4.3.2.3. Echantillonnage des dattes et évaluation du taux de parasitisme

L'échantillonnage consiste à prélever sur les palmiers (traités et non traités) et sur le sol, 100 dattes chaque semaine durant les mois octobre et novembre, datant de l'année des lâchers 2013 et deux années après (2014 et 2018) (Fig. 27). Par ailleurs, l'examen des échantillons est assuré par la dissection des chenilles ou surveillance de l'émergence des adultes de *P.flavitestacea*, afin de quantifier les chenilles parasitées et les nymphes de parasitoïde et d'établir des taux de parasitisme. Des comparaisons sont opérées entre ces taux de parasitisme issus des différentes doses et le témoin, et entre les années pour vérifier la persistance de l'auxiliaire.



**Figure 27** : Contrôle des dattes et évaluation du taux de parasitisme (Originale, 2015)

#### 4.4. Exploitation des résultats et analyse statistique

Les paramètres relatifs à la fluctuation saisonnière de la population imaginaire, les variations de taux d'infestation, le parasitisme de deux parasitoïdes et le parasitisme *in natura* sont traités statistiquement par le logiciel XLSTAT 2009. Des normalisations des données sont opérées avant l'analyse statistique dont, les effectifs de la pyrale des dattes piégés ont été transformés par la relation  $y' = \sqrt{y} + 3/8$  (Borcard, 1998 ; Dagnelie, 2011). Les données ainsi transformées ont subi une analyse statistique par une régression linéaire. Alors que les taux d'infestation subissent également à une transformation normalisatrice d'après la formule suivante :  $p' = \arcsin \sqrt{p}$ , pour les pourcentages, dont  $p = x/100$ . La transformation normalisatrice permet de réduire l'hétéroscédasticité des données, c'est-à-dire de stabiliser leurs variances (Sachs, 1978). Sur lesquelles ces données ont subi une analyse statistique par une régression linéaire afin d'élucider la relation entre l'effectifs piégés et niveau d'infestation. Une ANOVA (Analysis of variance) à deux facteurs (infestation et stade phénologique) à été effectuée. Ces ANOVA ont été accompagnées d'un test de PLSD (Procedure of Least Significant Difference).

Les résultats liés à l'étude de l'activité parasitaire de deux parasitoïdes ont été analysés par une ANOVA à deux facteurs et la corrélation de Pearson entre les différentes variables afin de caractériser les relations ; nombre d'individus hôte et le potentiel parasitaire.

Préalablement à l'analyse statistique, les différents taux de parasitisme de témoin et de différentes doses ont subi une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss (Fischer et Yates, 1975). Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification, Le calcul de la plus petite différence significative (p.p.d.s) permet le classement des différentes doses utilisées.



# **C**hapitre 3 : Résultats

## 1. Bio-écologie de *Ectomyelois ceratoniae* in natura

### 1.1. Fluctuations annuelles et saisonnières de la population de *E. ceratoniae* dans les sites d'étude en fonction de températures et d'humidité relative

#### 1.1.1. Fluctuations annuelles de la population mâle de *E. ceratoniae* dans les deux sites d'étude

Les données collectées à partir du système de piégeage installé dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014, nous ont permis de représenter graphiquement la dynamique de la population mâle de *E. ceratoniae* (Fig. 28). En effet, nous remarquons que les courbes de vol de mâles capturés tendent avoir la même allure pour les deux sites pendant les trois ans de suivi. Néanmoins, l'effectif des mâles piégés diffère d'une année à l'autre.

D'après les relevés hebdomadaires des mâles capturés à partir des deux sites, nous avons constaté la présence de trois périodes de vol distinctes, à laquelle l'activité de la pyrale débutera au mois de février avec 4 à 6 individus capturés dans le premier site et avec 1 à 2 mâles dans le deuxième site durant la période d'étude. Cette activité s'étale jusqu'au le mois d'avril d'où nous enregistrons un premier pic de vol des mâles qui varie de 10 à 58 individus dans le premier site et de 49 à 65 individus en site 2 pendant les années 2012, 2013 et 2014. Un abaissement de l'effectif des mâles a été constaté au mois de mai (5 à 10 individus pour le site 1 et 8 à 25 individus dans le deuxième site).

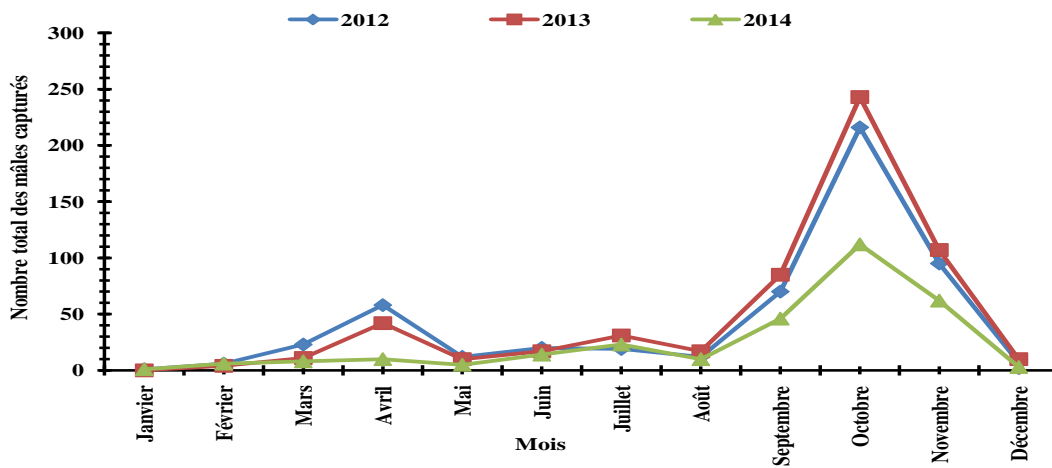
L'effectif des mâles capturés augmente légèrement de nouveau en mois de juin qui se traduit par un pic de vol enregistré pour le même mois dans le deuxième site avec une variation de nombre des mâles piégés en fonction des années d'étude, dont celui-ci varie de 7 à 33 mâles capturés. Donc, ceci correspond à la deuxième période de vol de la population imaginaire de *E. ceratoniae*, en mois de juillet ce pic de vol connu une chute à cause de la diminution de nombre total des mâles capturés.

Tandis que, dans le premier site nous enregistrons également une augmentation d'effectif des mâles au mois de juin, cette dernière s'étale jusqu'au mois de juillet pour atteindre un deuxième pic de vol de la pyrale avec 19 individus en 2012, 31 individus en 2013 et 23 en 2014. Alors que, une décroissance de l'effectif est notée durant le mois d'août.

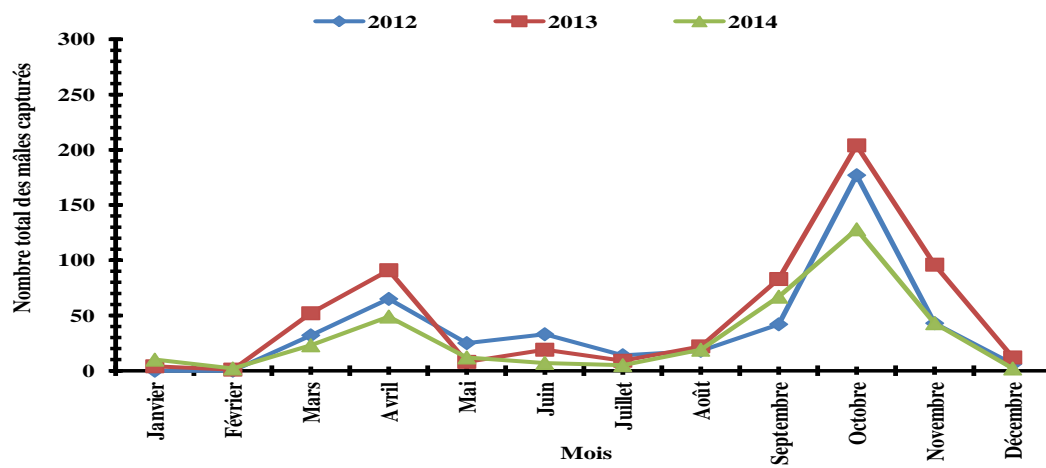
Cependant, dans le deuxième site, une croissance de l'effectif des mâles est enregistrée dès le mois d'août qui s'étale jusqu'au mois de septembre et atteindre son maximum en mois d'octobre avec 177 individus en 2012, 204 individus en 2013 et 128 individus en 2014. Ces derniers correspondant à la troisième période de vol de *E. ceratoniae*, cette activité maximale des adultes commence à baisser à partir de mois de novembre jusqu'au mois de décembre d'où l'effectif enregistré durant ce mois est très faible (6 individus en 2012, 12 individus en 2013 et 2 individus en 2014).

Tandis que, les mâles dans le premier site reprennent leur activité au mois de septembre, dont elle s'accroît en arrivant à un maximum des captures en mois d'octobre avec un nombre total des mâles piégés qui atteint 216 individus en 2012, 243 individus en 2013 et 112 individus en 2014, bouclant la troisième période de vol. Le pic enregistré au mois d'octobre diminué progressivement en mois de novembre, pour être réduit à 7 individus en 2012, 10 individus en 2013 et 3 individus en 2014 durant le mois de décembre. Nous constatons également que durant les trois ans de suivi, la densité de population des mâles la plus élevée est celle de l'année 2013.

Globalement, quelque soit le site ou l'année d'étude nous avons enregistré la présence de trois générations chevauchantes de la pyrale. En effet, la première génération est hiverno-printanière issue de vol des adultes observé des mois (février, mars, avril et mai) puis succédée par une deuxième génération estivale (juin, juillet et août), une troisième génération estiva-automne (août, septembre, octobre, novembre et décembre). Cette dernière représente la période de vol la plus importante constatée durant les trois ans vis-à-vis l'effectif des mâles retenus par le piégeage, en conséquence de la combinaison de tous les facteurs propices à l'accroissement de la densité de population de *E.ceratoniae*, entre autre les facteurs environnementaux notamment les températures et l'humidité relative, ainsi que le stade réceptif de la plante hôte (dattes en début et fin maturité).



(A)



(B)

**Figure 28** : Fluctuations annuelles de la population imaginaire mâle durant les années 2012, 2013 et 2014

## **1.1.2. Fluctuation saisonnière de *E.ceratoniae* dans les deux sites d'étude en fonction de températures et l'humidité relative**

### **1.1.2.1. Fluctuation de la population imaginale mâle de *E.ceratoniae* en saison hivernale**

D'après la figure 29, nous constatons que le nombre d'adultes capturé durant chaque semaine au cours de l'hiver, est majoritairement faible pendant les trois années de suivi pour les deux sites d'études, dont le maximum d'effectif des mâles enregistré était dans le site 2 durant les années 2012, 2013 et 2014 avec respectivement 9, 9 et 5 individus, contre 3, 2, 4 adultes piégés dans le site 1. Cette faible densité de la pyrale en saison hivernale est probablement due aux fluctuations climatiques notamment les écarts de température et d'humidité relative. Alors qu'en hiver, les températures minimales correspondantes aux activités du ravageur varient de 3,36 à 10,73°C pour l'année 2012, en 2013 l'activité de vol est enregistré de 5,34 à 13,06 °C, enfin en 2014 était de 6, 23 à 11,27°C.

Cependant, les valeurs maximales de température correspondantes à l'activité de vol de la pyrale, variant de 17,37 à 22,86°C (2012), 16,07 à 23,23°C (2013) et de 16,34 à 22,70°C (2014), tandis que le vol des mâles est constaté d'où les températures moyennes varient de 8,16 à 16,90°C (2012), 16,07 à 23,23°C (2013) et entre 11,63 et 16,90°C en 2014.

De même l'activité des mâles de la pyrale a été enregistrée sous une humidité relative moyenne oscillant de 35,38 à 52 % en 2012, de 35,86 à 53,42 % pour l'année 2013 et de 44,71 à 69,71% en 2014.

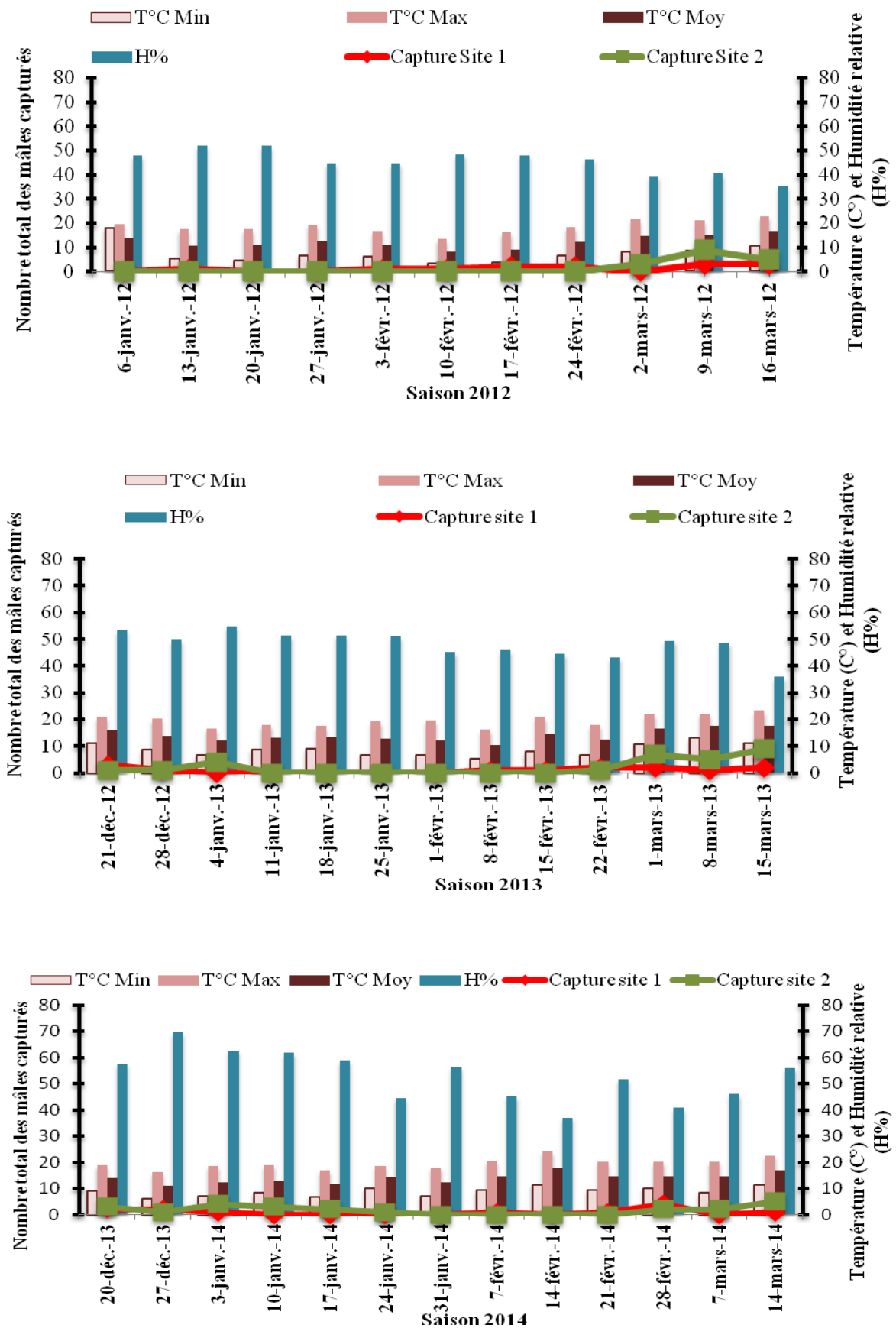


Figure 29 : Variations de population imaginaire mâle de *E. ceratoniae* en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison hivernale de 2012, 2013 et 2014

**Tableau 10:** Corrélation entre les fluctuations des populations imaginaires des mâles de *E.ceratoniae* et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative durant la saison hivernale.

Année	Site d'étude	T°C et H%	Equations de Régression	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )	Valeur de P	T°C / H% correspondantes au pic de vol
2012	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 1,24 - 1,37*X <sub>1</sub>	0,012	0,727	10,73
		X <sub>2</sub>	Y = 0,65 - 2,65*X <sub>2</sub>	0,019	0,657	22,86
		X <sub>3</sub>	Y = 0,68 - 3,70*X <sub>3</sub>	0,035	0,540	16,90
		X <sub>4</sub>	Y = 2,93 - 3,890*X <sub>4</sub>	0,161	0,174	35,28
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 0,63 + 0,02*X <sub>1</sub>	0,058	0,428	8,74
		X <sub>2</sub>	Y = -3,39 + 0,24*X <sub>2</sub>	0,53	0,005	21,13
		X <sub>3</sub>	Y = -1,94 + 0,23*X <sub>3</sub>	0,51	0,006	15,24
		X <sub>4</sub>	Y = 7,07 - 0,13*X <sub>4</sub>	0,001	0,64	40
2013	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 0,33 + 8,77*X <sub>1</sub>	0,24	0,121	10,94
		X <sub>2</sub>	Y = -1,03 + 0,18*X <sub>2</sub>	0,30	0,04	21,09
		X <sub>3</sub>	Y = -0,42 + 0,10*X <sub>3</sub>	0,39	0,04	15,08
		X <sub>4</sub>	Y = 2,61 - 3,16*X <sub>4</sub>	0,13	0,2	53,42
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = -0,78 + 0,24*X <sub>1</sub>	0,28	0,06	11,07
		X <sub>2</sub>	Y = -3,20 + 0,23*X <sub>2</sub>	0,33	0,03	23,23
		X <sub>3</sub>	Y = -2,67 + 0,28*X <sub>3</sub>	0,52	0,005	17,51
		X <sub>4</sub>	Y = 3,58 - 4,67*X <sub>4</sub>	0,04	0,38	35,86
2014	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 0,8 + 1,73*X <sub>1</sub>	0,84	0,004	10,14
		X <sub>2</sub>	Y = 1,2 - 8,09*X <sub>2</sub>	0,90	0,001	20,41
		X <sub>3</sub>	Y = 1,17 - 9,79 *X <sub>3</sub>	0,89	0,002	14,86
		X <sub>4</sub>	Y = 0,85 + 3,58*X <sub>4</sub>	0,005	0,73	40,86
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 1,53 - 2,12*X <sub>1</sub>	0,84	0,004	11,27
		X <sub>2</sub>	Y = 1,74 - 2,20*X <sub>2</sub>	0,76	0,005	22,70
		X <sub>3</sub>	Y = 1,74 - 2,81*X <sub>3</sub>	0,70	0,009	16,90
		X <sub>4</sub>	Y = -1,92 + 2,57*X <sub>4</sub>	0,16	0,1	56

X<sub>1</sub> ; T° minimale, X<sub>2</sub> ; T° maximale, X<sub>3</sub> ; T° moyenne, X<sub>4</sub> ; Humidité relative

D'après les résultats de l'analyse statistique (Tab. 10), nous constatons que seules les températures maximales et moyennes ayant un effet significatif et négatif sur l'activité du vol des mâles de *E.ceratoniae* durant la saison hivernale 2012, respectivement (R<sup>2</sup> = 0,53 ; 0,51 et P = 0,005 ; 0,006) et 2013, respectivement (R<sup>2</sup> = 0,30 ; 0,39 et P = 0,04 ; 0,04 / site 1) et (R<sup>2</sup> = 0,33 ; 0,52 et P = 0,03 ; 0,005). Cependant en 2014, les températures minimales ayant également un effet significatif et négatif sur la fluctuation de population de la pyrale des dattes dans les deux sites d'étude (Tmin°C ; R<sup>2</sup> = 0,84 et P = 0,004, Tmax°C ; R<sup>2</sup> = 0,90 et P = 0,001, Tmoy°C ; R<sup>2</sup> = 0,89 et P = 0,0002 /site1), alors que les valeurs de deuxième site sont : Tmin°C ; R<sup>2</sup> = 0,84 et P = 0,004, Tmax°C ; R<sup>2</sup> = 0,76 et P = 0,005, Tmoy°C ; R<sup>2</sup> = 0,70 et P = 0,0009).

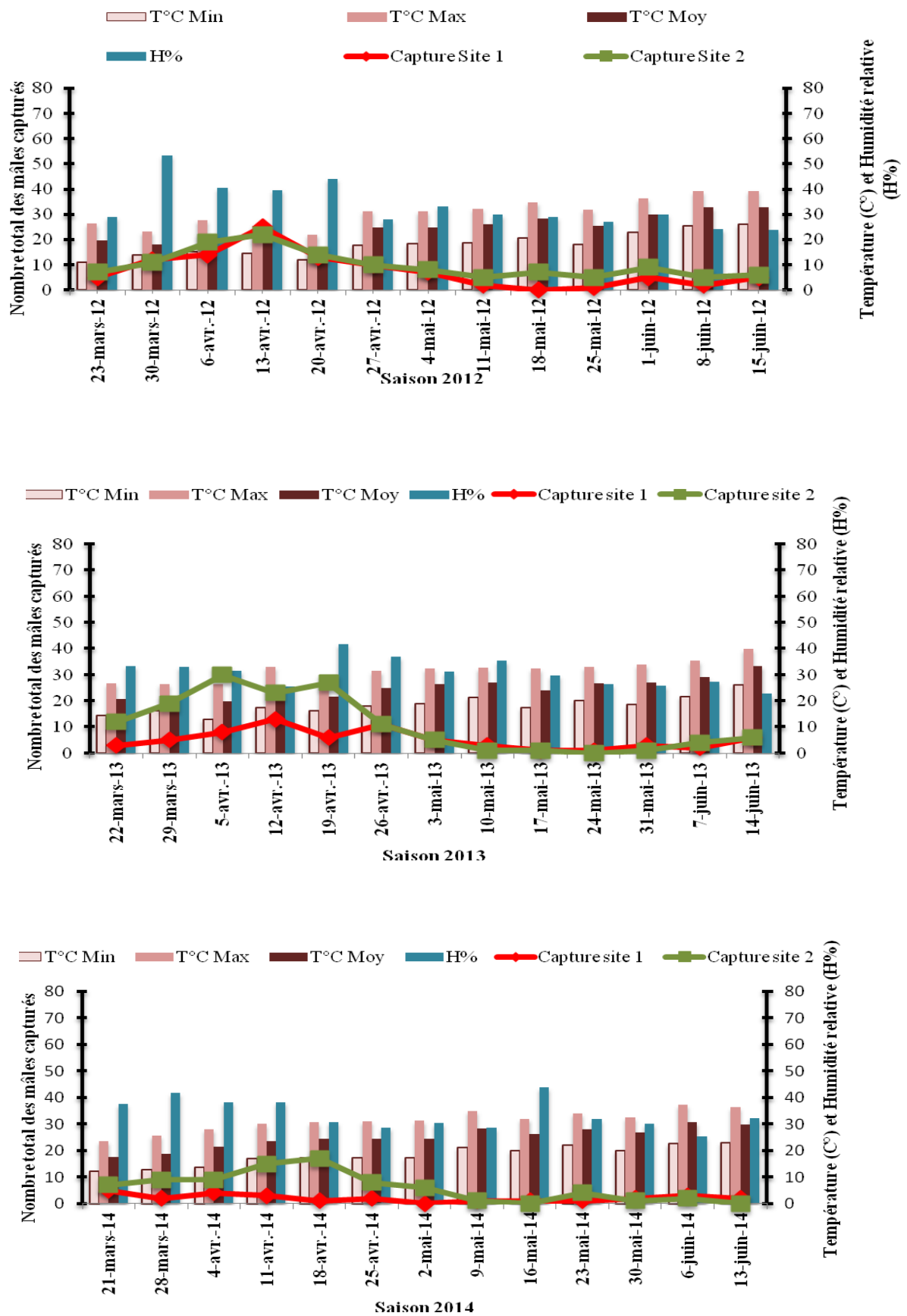
En effet, l'humidité relative moyenne n'influe pas sur l'activité de vol des mâles de *E.ceratoniae* pendant l'hiver.

### 1.1.2.2. Fluctuation de la population imaginaire mâle d'*E.ceratoniae* en saison printanière

Les graphiques suivants présentent les résultats d'évaluation des densités de population d'*E.ceratoniae* (Fig. 30) durant le printemps des années 2012, 2013 et 2014. Ces courbes montrent que les populations de la pyrale reprennent l'activité du vol après une période de latence. A partir de mi mars-fin avril, les effectifs connaissent une croissance plus ou moins rapide, qui se termine par un pic en mi avril dans les deux palmeraies durant les années 2012 et 2013 avec respectivement 25, 13 adultes dans le premier site et 22, 27 individus en deuxième site, sous des températures minimales variant de 14,61 à 17,17 °C, maximales de 25,34 à 32,91°C et moyennes de 20,01 à 25,64 °C. Alors que, l'humidité relative moyenne était de 39,7 % en 2012 et oscille de 25,43 à 31,43 % en 2013. Puis à partir de la fin d'avril, les populations chutent rapidement pour atteindre leur niveau de latence en mai avec 1 individu dans le premier site. Tandis qu'elles s'annulent dans le deuxième site. Une légère augmentation est enregistrée en mi juin avec 6 mâles piégés dans les deux sites.

En revanche, la population imaginaire des mâles de *E.ceratoniae* durant la saison printanière de 2014 est faible par rapport aux années précédentes notamment dans le premier site dont le maximum d'effectif enregistré est de 5 captures au cours de la troisième semaine de mars. Cependant, le pic de vol de deuxième site est atteint durant la troisième semaine d'avril avec 17 mâles dans lesquelles les températures moyennes enregistrées au cours de ces fluctuations étaient de 17,61 à 24,36 °C et une humidité relative variant de 30,71 à 37,43 %. Une diminution d'effectif de la population est constatée à partir de la dernière semaine d'avril et se poursuit jusqu'à la fin mai avec une capture par piège.





**Figure 30 :** Variations de population imaginaire mâle de *E. ceratoniae* en fonction des températures et d’humidité relative durant la saison printanière de 2012, 2013 et 2014.

**Tableau 11:** Corrélation entre les fluctuations des populations imaginaires des mâles d'*E.ceratoniae* et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en printemps.

Année	Site d'étude	T°C / H%	Equations de Régression	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )	Valeur de P	T°C / H% correspondantes au pic de vol
2012	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 5,09 - 0,13* X <sub>1</sub>	0,28	0,06	14,61
		X <sub>2</sub>	Y = 7,0 - 0,14 * X <sub>2</sub>	0,43	0,01	25,34
		X <sub>3</sub>	Y = 6,27 - 0,14*X <sub>3</sub>	0,40	0,01	20,01
		X <sub>4</sub>	Y = -0,54 + 0,09*X <sub>4</sub>	0,44	0,01	39,7
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 4,71 - 8,93*X <sub>1</sub>	0,29	0,05	14,61
		X <sub>2</sub>	Y = 5,85- 8,92 *X <sub>2</sub>	0,41	0,01	25,34
		X <sub>3</sub>	Y = 5,42 - 0,09 *X <sub>3</sub>	0,40	0,02	20,01
		X <sub>4</sub>	Y = 1,08 + 6,08*X <sub>4</sub>	0,46	0,01	39,71
2013	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 3,12 - 4,86 *X <sub>1</sub>	0,47	0,02	17,17
		X <sub>2</sub>	Y = 3,077 - 2,69*X <sub>2</sub>	0,64	0,02	32,91
		X <sub>3</sub>	Y = 2,90 - 2,66*X <sub>3</sub>	0,67	0,01	25,64
		X <sub>4</sub>	Y = 1,49 + 2,38*X <sub>4</sub>	0,59	0,02	25,43
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 8,21 - 0,29*X <sub>1</sub>	0,34	0,03	12,91
		X <sub>2</sub>	Y = 10,93 - 0,25 *X <sub>2</sub>	0,37	0,02	26,16
		X <sub>3</sub>	Y = 9,40 - 0,25 *X <sub>3</sub>	0,33	0,03	19,74
		X <sub>4</sub>	Y = -1 + 0,12*X <sub>4</sub>	0,16	0,1	31,43
2014	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 2,42 - 0,05*X <sub>1</sub>	0,17	0,1	12,07
		X <sub>2</sub>	Y = 2,94 - 4,66 *X <sub>2</sub>	0,17	0,1	23,44
		X <sub>3</sub>	Y = 1,91 - 1,51* X <sub>3</sub>	0,11	0,2	17,61
		X <sub>4</sub>	Y = 0,85 + 1,92*X <sub>4</sub>	0,40	0,04	37,43
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 6,18 - 0,21*X <sub>1</sub>	0,45	0,01	17,07
		X <sub>2</sub>	Y = 7,87 - 0,17 * X <sub>2</sub>	0,36	0,03	30,53
		X <sub>3</sub>	Y = 3,79 - 5,59 * X <sub>3</sub>	0,23	0,09	24,36
		X <sub>4</sub>	Y = 1,27 + 2,97*X <sub>4</sub>	0,60	0,02	30,71

X<sub>1</sub> ; T° minimale, X<sub>2</sub> ; T° maximale, X<sub>3</sub> ; T° moyenne, X<sub>4</sub> ; Humidité relative

L'analyse statistique des résultats (Tab. 11), montre que durant la saison printanière de l'année 2012, les températures minimales n'agissent pas sur le vol de la pyrale (site 1 : R<sup>2</sup>=0,28 ; P = 0,06 et site 2 : R<sup>2</sup>=0,29 ; P = 0,05). Par contre les températures maximales et moyennes présentent un impact significatif et négatif faible avec respectivement (site 1 : R<sup>2</sup> = 0,43 ; 0,40 et P = 0,01 ; 0,01) et (site 2 : R<sup>2</sup> = 0,41 ; 0,40 et P = 0,01 ; 0,02). Alors que l'humidité relative moyenne est positivement corrélée avec l'abondance des papillons dans les deux sites (site 1 : R<sup>2</sup> = 0,44 ; P = 0,01 et site 2 : R<sup>2</sup> = 0,46 ; P = 0,01). Cependant pour les années 2013 et 2014, tous les facteurs étudiés exercent simultanément un effet significatif sur l'activité de vol de la pyrale.

### 1.1.2.3. Fluctuations de la population imaginale mâle de *E. ceratoniae* en saison estivale

Les résultats de la figure 31 révèlent que l'amplification des températures maximales et moyennes enregistrées en fin du juin jusqu'au mi août qui varient respectivement de 33,84 à 42,24 °C et de 31,33 à 35,14 °C durant les trois années de suivi, ainsi que la baisse de l'humidité relative moyenne (16,71 à 44,43 %) ont induit majoritairement à un abaissement remarquable des densités de population mâles de la pyrale dans les deux sites d'étude.

Une diminution visible d'effectif des papillons dès la fin du juin jusqu'à la quatrième semaine d'août pendant les années 2012, 2013 et 2014 notamment dans le deuxième site où les captures s'annulent durant 3 semaines en 2012. Par contre, un pic de vol est enregistré pour la même année, au cours de la deuxième semaine de juillet pour atteindre 12 captures dans le premier site.

En 2013, une chute de nombre total des mâles piégés est observée et qui s'étale jusqu'à la fin août. En effet, les captures restent faible jusqu'à la quatrième semaine d'août dont l'effectif ne dépasse pas 7 individus dans les deux sites.

Au cours de la dernière semaine d'août, l'activité de vol se reproduit à nouveau engendrant un pic de vol pendant la deuxième semaine de septembre avec 12 captures dans le premier site et 18 adultes au niveau de deuxième site. Cette période de vol se coïncide avec le début d'abaissement des températures moyennes qui sont enregistrées aux alentours de 30,14 °C et inversement à l'humidité relative moyenne qui a reconnu une augmentation partielle arrivant à un taux de 44 %.

Les captures des mâles enregistrées durant l'été de l'année 2014 tendent avoir la même allure pour les deux sites expérimentaux dont l'activité imaginale est globalement faible. Or, un premier pic a été constitué par 9 individus au cours de la première semaine de juillet dans le premier site. Par contre le maximum des captures a été enregistré pendant la deuxième semaine de septembre avec 16 individus, sous une température moyenne de 32,96 °C et une humidité relative moyenne de 28,14 % (site 2).

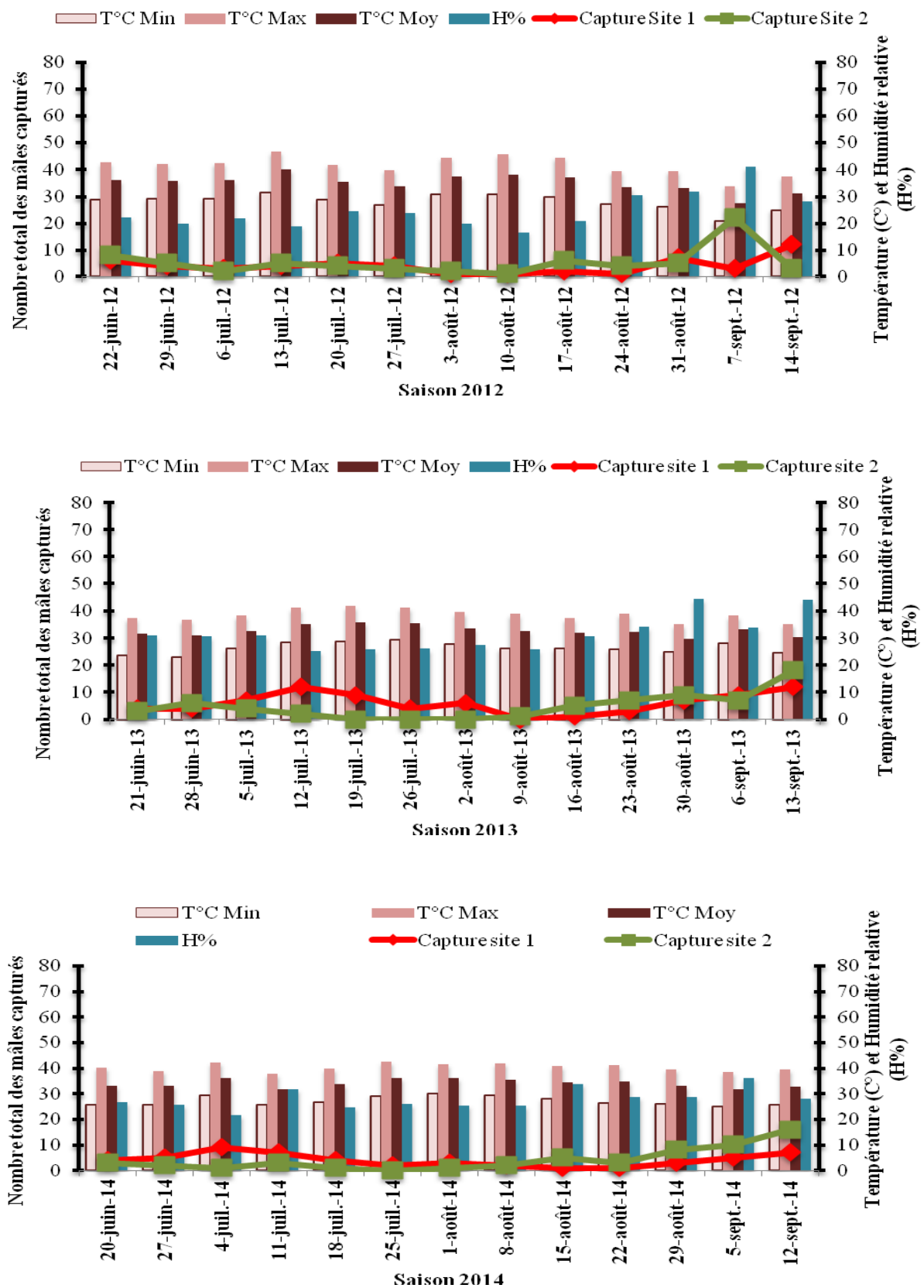


Figure 31: Variations de population imaginaire mâle de *E.ceratoniae* en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison estivale de 2012, 2013 et 2014

**Tableau 12:** Corrélation entre les fluctuations des populations imaginale des mâles d'*E.ceratoniae* et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en été.

Année	Site d'étude	T°C / H%	Equations de Régression	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )	Valeur de P	T°C / H% correspondantes au pic de vol
2012	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 4,381-8,472* X <sub>1</sub>	0,132	0,222	24,84
		X <sub>2</sub>	Y =5,0521-7,318* X <sub>2</sub>	0,147	0,196	37,44
		X <sub>3</sub>	Y = 4,547-7,249* X <sub>3</sub>	0,121	0,24	31,33
		X <sub>4</sub>	Y = 1,377+2,551*X <sub>4</sub>	0,063	0,4	28,28
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 7,932 – 0,202* X <sub>1</sub>	0,45	0,01	20,71
		X <sub>2</sub>	Y = 8, 263 – 0,144* X <sub>2</sub>	0,34	0,03	33,84
		X <sub>3</sub>	Y = 7,992 – 0,163* X <sub>3</sub>	0,37	0,02	27,47
		X <sub>4</sub>	Y = -2,884 + 9,239*X <sub>4</sub>	0,50	0,04	41
2013	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = -9,591+9,437 * X <sub>1</sub>	0,049	0,46	28,33
		X <sub>2</sub>	Y =2,058+8,516* X <sub>2</sub>	0,000	0,94	41,03
		X <sub>3</sub>	Y = 0,347+6,249* X <sub>3</sub>	0,020	0,64	35,07
		X <sub>4</sub>	Y = 1,088+4,117*X <sub>4</sub>	0,093	0,31	25,86
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 10,731 – 0,331* X <sub>1</sub>	0,39	0,02	24,61
		X <sub>2</sub>	Y = 18,441 – 0,427* X <sub>2</sub>	0,69	0,0001	35,14
		X <sub>3</sub>	Y = 16,903 – 0,456* X <sub>3</sub>	0,64	0,001	30,14
		X <sub>4</sub>	Y = -2,738 + 0,150*X <sub>4</sub>	0,77	0,0001	44
2014	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 4,277-8,253* X <sub>1</sub>	0,049	0,41	29,50
		X <sub>2</sub>	Y =8,587 – 0,162* X <sub>2</sub>	0,16	0,16	42,24
		X <sub>3</sub>	Y = 6,384 – 0,127* X <sub>3</sub>	0,12	0,24	36,33
		X <sub>4</sub>	Y = 2,810 – 2,785*X <sub>4</sub>	0,036	0,53	21,86
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 10,94 – 0,331* X <sub>1</sub>	0,37	0,027	25,89
		X <sub>2</sub>	Y = 16 – 0,348* X <sub>2</sub>	0,29	0,04	39,53
		X <sub>3</sub>	Y = 15,159 – 0,387* X <sub>3</sub>	0,42	0,01	32,96
		X <sub>4</sub>	Y = -1,991 + 0,140*X <sub>4</sub>	0,34	0,03	28,14

X<sub>1</sub> ; T° minimale, X<sub>2</sub> ; T° maximale, X<sub>3</sub> ; T° moyenne, X<sub>4</sub> ; Humidité relative

L'analyse statistique des fluctuations de la population imaginaire mâle de *E. ceratoniae* en fonction des facteurs climatiques de la saison estivale des années 2012, 2013 et 2014 (Tab. 12), montre que les températures minimales, maximales et moyennes ainsi que l'humidité relative moyenne n'ont aucun effet sur l'abondance des mâles dans le premier site. En revanche, l'activité de vol des papillons dans le deuxième site est sous l'action négative des températures minimales, maximales et moyennes durant les années 2012, 2013 et 2014 (respectivement, R<sup>2</sup>= 0,45 ; P =0,01 ; R<sup>2</sup>= 0,34 ; P = 0,03 ; R<sup>2</sup>= 0,37 ; P = 0,02 (2012), R<sup>2</sup>= 0,39 ; P =0,02 ; R<sup>2</sup>= 0,69 ; P = 0,0001 ; R<sup>2</sup>= 0,64 ; P = 0,001 (2013), R<sup>2</sup>= 0,37 ; P =0,02 ; R<sup>2</sup>= 0,29 ; P = 0,04 ; R<sup>2</sup>= 0,42 ; P = 0,01 (2014)).

Tandis que, l'humidité relative moyenne influe significativement et positivement sur la fluctuation de la pyrale des dattes avec respectivement R<sup>2</sup>=0,50 ; P = 0,04 (2012), R<sup>2</sup>=0,77; P =0,0001 (2013) et R<sup>2</sup>=0,34 ; P = 0,04 (2014).

#### 1.1.2.4. Fluctuation de la population imaginale mâle d'*E. ceratoniae* en saison automnale

Les graphiques correspondants aux fluctuations de la population imaginale des mâles de *E.ceratoniae* (Fig. 32), révèlent une activité intense de ce dernier durant l'automne des trois années de suivi (2012, 2013 et 2014) dans les deux palmeraies d'étude. En effet, c'est la saison la plus favorable au développement du ravageur *in natura*, en conséquence d'une part, des variations des températures et d'humidité relative semblaient idéale pour la biologie de la pyrale. Et d'une autre part, le stade réceptif de la plante hôte dans lequel, la maturité de leur fruit arrive à terme.

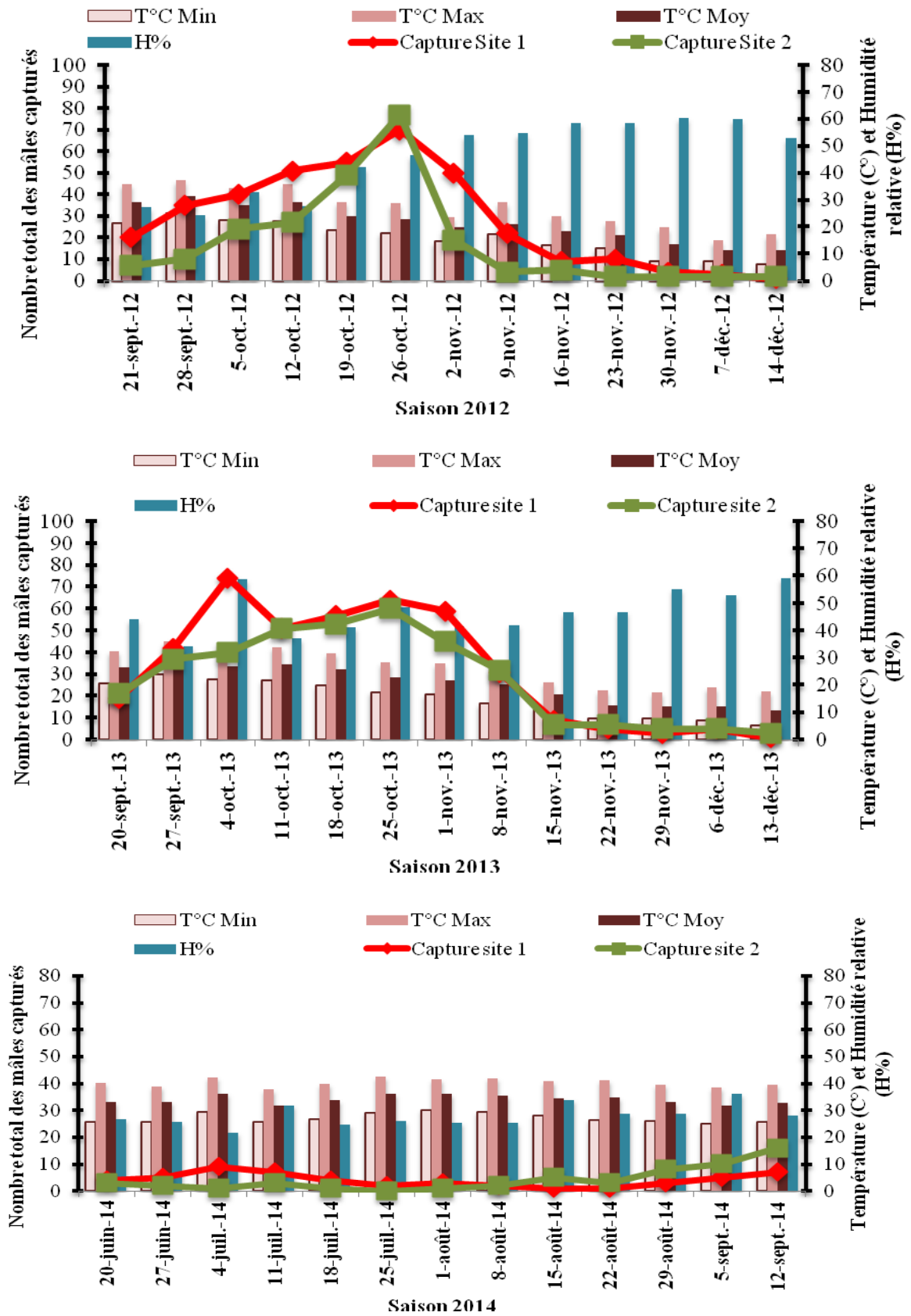
Durant l'année 2012, une augmentation significative de densité des mâles à partir de la troisième semaine de septembre pour atteindre un maximum de capture au cours de la dernière semaine d'octobre avec un effectif de 70 mâles dans le premier site et 77 mâles dans le deuxième site. Ces pics de vol ont été enregistrés sous des températures minimales, maximales et moyennes avec respectivement 17,76 °C, 28,67 et 22,96 °C. Alors que l'humidité relative moyenne a été de 46,57 %. Puis, avec l'arrivée du mois de novembre, une récession de l'activité de vol a été observée dans sa deuxième semaine et qui se prolongeait jusqu'au mois de décembre en atteignant l'effectif le plus faible (1 mâle/site 1 et 2 mâles/ site 2), en effet, les températures minimales, maximales et moyennes correspondantes à cette baisse ont été respectivement 5,89 °C, 17,10 et 11,16 °C. Tandis que l'humidité relative moyenne a été de 52,71 %.

De même pour l'année 2013, un accroissement de l'activité de vol de *E.ceratoniae* dès la troisième semaine de septembre, enregistrant un premier pic de vol dans la palmeraie de Magtoufa pendant la première semaine d'octobre avec 74 individus sous une température moyenne de 26,83 °C et une humidité relative moyenne de 58,87%. Cet effectif connu une baisse dès la deuxième semaine d'octobre puis il augmente à nouveau pour atteindre un deuxième pic de vol avec 64 individus ( $T^{\circ}C \text{ moy} = 22,60^{\circ}C$  et  $Hr = 48,29 \%$ ). Parallèlement, un maximum des mâles piégés a été enregistré pendant la même période dans le site de Foughala avec 60 individus.

Une régression graduelle d'effectif des mâles débutant de fin octobre puis, une chute rapide a été enregistrée dès la troisième semaine de novembre et s'étalant jusqu'au décembre dont, les captures de deux sites varient de 1 à 3 individus. Cette diminution de densité de mâles est accompagnée également par l'abaissement des températures minimas, maximas et

moyennes ( $T^{\circ}\text{C moy} = 10,79^{\circ}\text{C}$ ). En revanche, l'humidité relative moyenne atteint son taux le plus élevé durant l'automne avec une valeur de 59,14 %.

Les variations de population enregistrées au cours de saison automnale de l'année 2014, ont été similaires aux années précédentes mais avec un effectif plus faible. Alors que le pic des captures du premier site a été enregistré au fil de la quatrième semaine d'octobre (32 individus), tandis que le même nombre maximal des captures a été observé dans le deuxième site pendant la cinquième semaine d'octobre. Les températures moyennes et humidité relative moyenne correspondantes aux pics varient respectivement 17,99 à 21,70 °C et 38,43 à 49,71%. Par ailleurs, une baisse d'activité de papillons a eu lieu dès la première semaine de novembre jusqu'elle s'annule pendant la deuxième semaine de décembre dans les deux palmeraies conjointement au décroissement des températures minimas, maximas et moyennes (6,47 °C, 18,04 et 12,13 °C). Cependant, une élévation du taux d'humidité relative moyenne (58,43%).



**Figure 32:** Variations de population imaginaire mâle d'*E.ceratoniae* en fonction des températures et d'humidité relative durant la saison automnale de 2012, 2013 et 2014



**Tableau 13:** Corrélation entre les fluctuations des populations imaginales des mâles de *E.ceratoniae* et les variations des températures minimales, maximales, moyennes et humidité relative en automne.

Année	Site d'étude	T°C / H%	Equations de Régression	Coefficient de détermination (R <sup>2</sup> )	Valeur de P	T°C / H% correspondantes au pic de vol
2012	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = 0,22+0,294* X <sub>1</sub>	0,60	0,02	17,76
		X <sub>2</sub>	Y = -01,17+0,22* X <sub>2</sub>	0,48	0,03	28,67
		X <sub>3</sub>	Y = -0,620+0,257* X <sub>3</sub>	0,54	0,04	22,96
		X <sub>4</sub>	Y = 9,392-9,86*X <sub>4</sub>	0,31	0,04	46,57
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 0,483 + 0,198 * X <sub>1</sub>	0,38	0,04	17,76
		X <sub>2</sub>	Y = - 0,310 + 0,144* X <sub>2</sub>	0,34	0,04	28,20
		X <sub>3</sub>	Y = -4,394 + 0,171* X <sub>3</sub>	0,35	0,04	22,60
		X <sub>4</sub>	Y = 6,782 – 0,068*X <sub>4</sub>	0,36	0,03	48,29
2013	Site 1	X <sub>1</sub>	Y = -0,114+0,349 * X <sub>1</sub>	0,72	0,0001	22,04
		X <sub>2</sub>	Y = -3,516+ 0,330* X <sub>2</sub>	0,70	0,0001	31,71
		X <sub>3</sub>	Y = - 1,620 + 0,392 * X <sub>3</sub>	0,70	0,0001	26,83
		X <sub>4</sub>	Y = 12,07 – 0,149*X <sub>4</sub>	0,39	0,04	58,57
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 0,656 + 0,283* X <sub>1</sub>	0,70	0,0001	17,40
		X <sub>2</sub>	Y = - 2,308 + 0,276* X <sub>2</sub>	0,72	0,0001	28,20
		X <sub>3</sub>	Y = -0,667 + 0,272* X <sub>3</sub>	0,71	0,0001	22,60
		X <sub>4</sub>	Y = 12,147 – 0,15*X <sub>4</sub>	0,37	0,04	48,29
2014	Site1	X <sub>1</sub>	Y = 1,754 + 0,147 * X <sub>1</sub>	0,39	0,02	15
		X <sub>2</sub>	Y = -0,616 + 0,165* X <sub>2</sub>	0,55	0,01	28,99
		X <sub>3</sub>	Y = 0,419 + 0,162* X <sub>3</sub>	0,48	0,04	21,70
		X <sub>4</sub>	Y = 7,870 – 0,08*X <sub>4</sub>	0,46	0,01	38,43
	Site 2	X <sub>1</sub>	Y = 0,691 + 0,195* X <sub>1</sub>	0,43	0,01	12,86
		X <sub>2</sub>	Y = -1,316 + 0,187* X <sub>2</sub>	0,45	0,01	23,51
		X <sub>3</sub>	Y = -0,432 + 0,197* X <sub>3</sub>	0,45	0,01	17,99
		X <sub>4</sub>	Y = 8,592 – 0,103*X <sub>4</sub>	0,47	0,01	49,71

X<sub>1</sub> ; T° minimale, X<sub>2</sub> ; T° maximale, X<sub>3</sub> ; T° moyenne , X<sub>4</sub> ; Humidité relative

Les résultats de l'analyse statistique montrent que la densité de la population de la pyrale des dattes est positivement corrélée avec les températures minimas, maximas et moyennes, pendant l'automne durant les trois années de suivi dans les deux sites d'étude, avec respectivement, site 1 : R<sup>2</sup>= 0,60 ; P =0,02 ; R<sup>2</sup>= 0,48 ; P = 0,03 ; R<sup>2</sup>= 0,54 ; P = 0,04 (2012), R<sup>2</sup>= 0,72 ; P =0,0001 ; R<sup>2</sup>= 0,70 ; P = 0,0001 ; R<sup>2</sup>= 0,70 ; P = 0,0001 (2013), R<sup>2</sup>= 0,39 ; P =0,02 ; R<sup>2</sup>= 0,55 ; P = 0,01 ; R<sup>2</sup>= 0,48 ; P = 0,04 (2014) et site 2 : R<sup>2</sup>= 0,38 ; P =0,04 ; R<sup>2</sup>= 0,34 ; P = 0,04 ; R<sup>2</sup>= 0,35 ; P = 0,04 (2012), R<sup>2</sup>= 0,70 ; P =0,0001 ; R<sup>2</sup>= 0,72 ; P = 0,0001 ; R<sup>2</sup>= 0,71 ; P = 0,0001 (2013), R<sup>2</sup>= 0,43 ; P =0,01 ; R<sup>2</sup>= 0,45 ; P = 0,01 ; R<sup>2</sup>= 0,45 ; P = 0,01 (2014).

Cependant, l'humidité relative moyenne de l'automne des années 2012, 2013 et 2014 agit négativement sur l'activité du vol de la pyrale des dattes dans les deux sites d'étude (Tab. 13) avec respectivement, site 1 : R<sup>2</sup> = 0,31 ; P =0,04 (2012), R<sup>2</sup> = 0,39 ; P = 0,04 (2013), R<sup>2</sup> = 0,46 ; P =0,01 (2014), alors que le site 2 : R<sup>2</sup> = 0,36 ; P = 0,03 (2012), R<sup>2</sup> = 0,37 ; P=0,04 (2013), R<sup>2</sup> = 0,47 ; P =0,01 (2014).

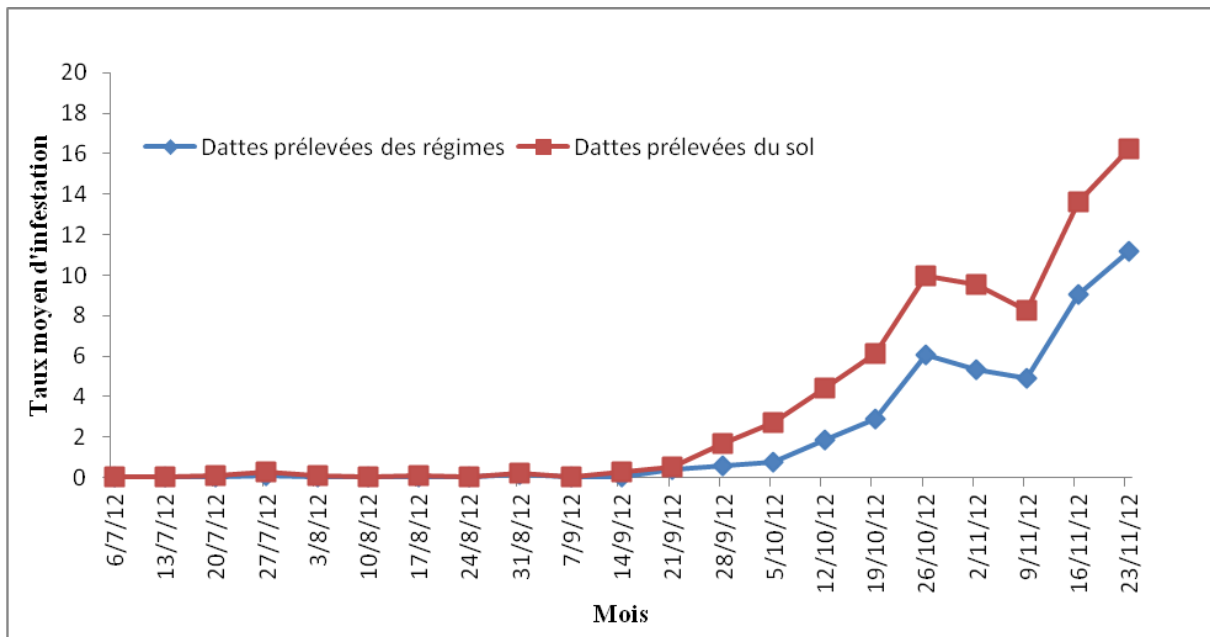
## **1.2. Variation de niveau d'infestation des dattes de la variété Deglet Nour dans les sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.**

### **1.2.1. Evolution hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes sur régime et du sol dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.**

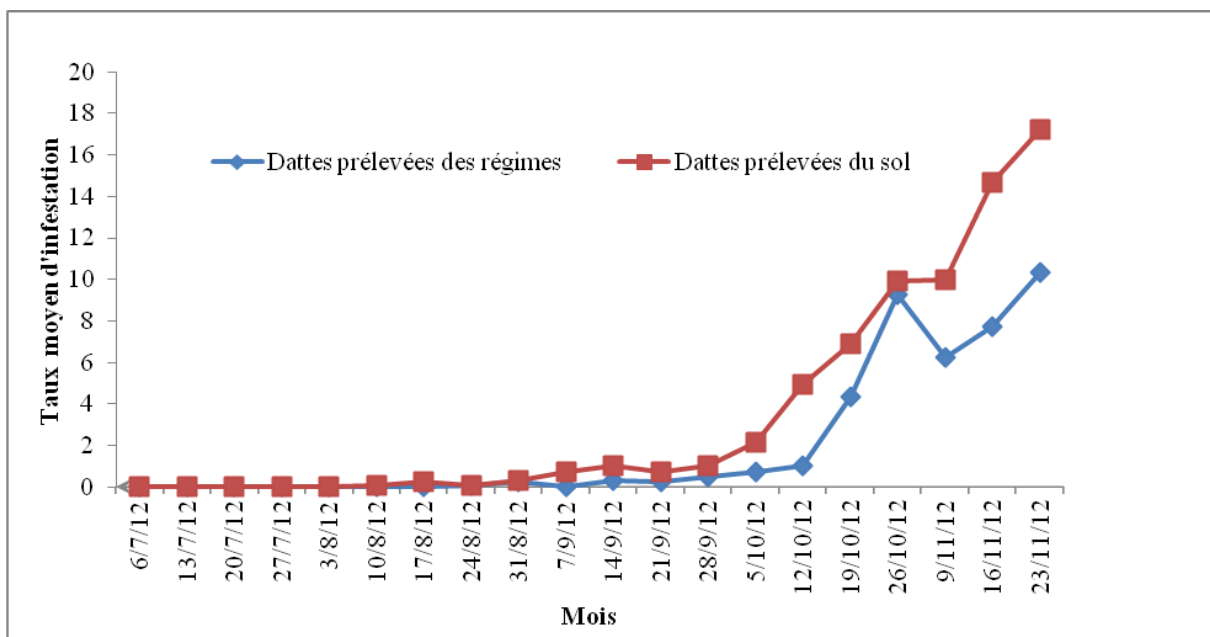
Les figures (33, 34 et 35) illustrent l'évolution des taux d'infestation entre les dattes prélevées des régimes et les dattes prélevées du sol dans les sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014. En effet, d'après les courbes d'évolution, une infestation précoce par la pyrale a été détectée chez les dattes chutées par rapport des dattes prélevées des régimes, dont les taux les plus élevés sont enregistrés dans les dattes prélevées du sol pour les deux sites et durant les trois ans de suivi.

En 2012, dans le premier site les attaques de la pyrale des dattes ont débuté le 20/7/2012 sur les dattes échantillonnées du sol avec un taux de 0,038% pour atteindre son maximum formant le premier pic. Tandis que les premières attaques des dattes des régimes sont révélées le 27/7/2012. Les deux courbes évoluent de la même façon pour atteindre un pic de 6,08% dans les dattes prélevées des régimes et de 9,96% dans les des dattes prélevées du sol le 26/10/2012. Une faible diminution de l'infestation est observée suivi d'une nouvelle augmentation durant la période de récolte avec un taux de 11,16% dans les dattes prélevées de régimes et de 16,22% dans les dattes chutées. Alors que, dans le deuxième site les attaques commencent également dans les dattes chutées le 10/8/2012 avec un taux de 0,038%. Néanmoins dans les dattes prélevées des régimes les premières infestations sont enregistrées le 24/08/2012 (0,038%) (Fig. 33).

Le taux d'infestation évolue progressivement pour atteindre un pic le 26/10/2012 avec un taux de 9,25% dans les dattes prélevées du régime et 9,91% dans les dattes chutées. En effet, les attaques de pyrale persiste et augmente de nouveau pour atteindre leur maximum à la récolte (23/11/2012) avec un taux moyen de 10,33% (dattes sur régime) et 17,22% (dattes chutées).

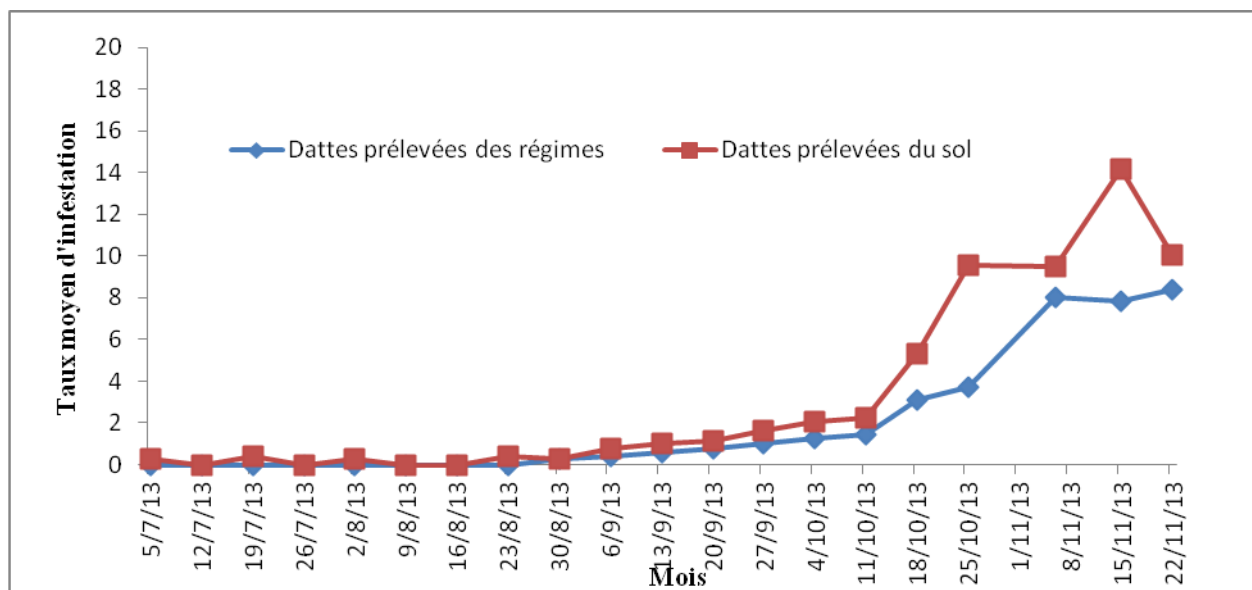


(A)

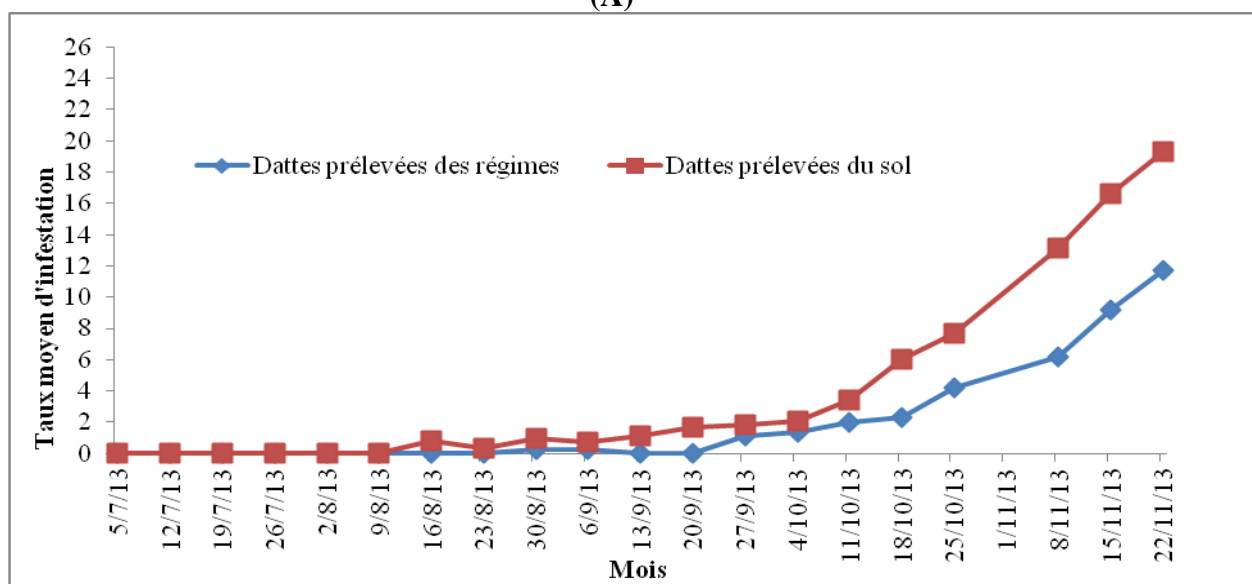


(B)

**Figure 33:** Variation hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes prélevées des régimes et du sol dans les deux sites d'étude durant l'année 2012 (A : Site 1 et B : Site 2).



(A)

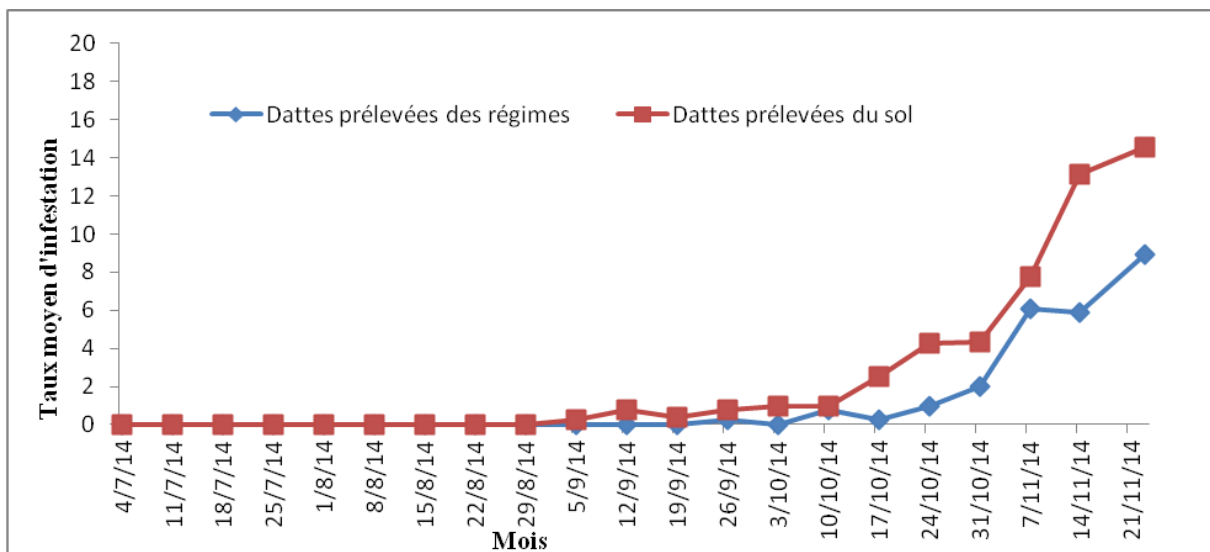


(B)

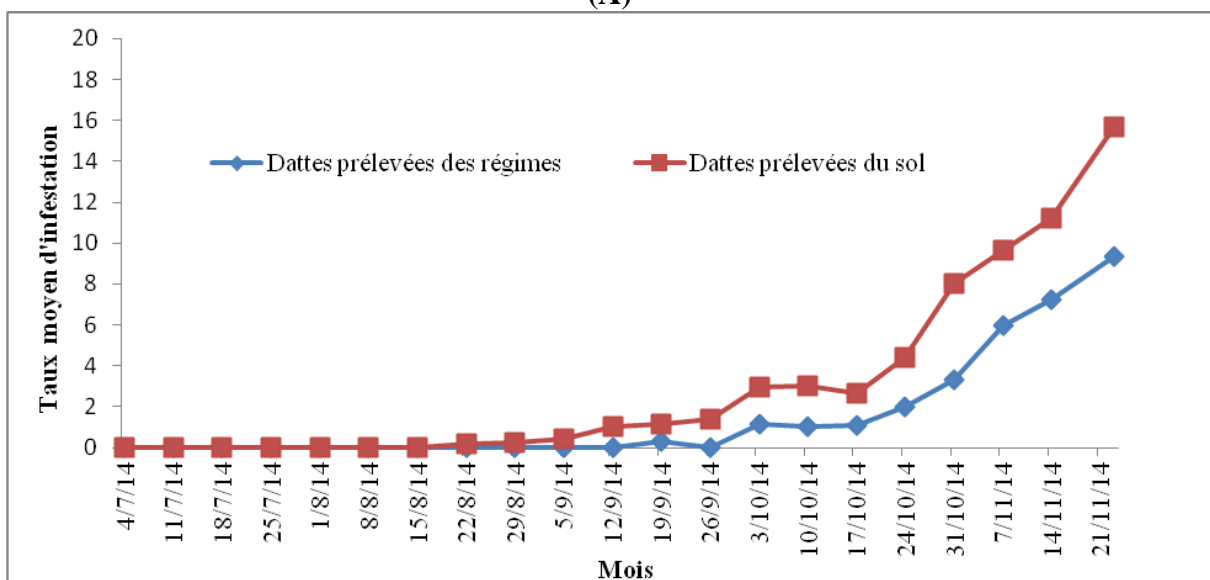
**Figure 34:** Variation hebdomadaire de niveau d’infestation des dattes prélevées des régimes et du sol dans les deux sites d’étude durant l’année 2013 (A : Site 1 et B : Site 2).

Alors qu’en 2013, l’infestation commence le 5/7/2013 et qu’y est relativement faible (0,25%) chez les dattes collectées du sol. Cependant, les attaques sur régime ne sont constatées qu’à partir du 30/8/2013 avec un taux de 0,25%. L’activité du ravageur augmente progressivement dès le 11/10/2013, puis les attaques s’intensifient engendrant une augmentation rapide formant un premier pic le 25/10/2013 avec un taux de 9,58% dans les dattes prélevées du sol et 8% (dattes sur régime). Les attaques persistent encore et s’amplifient à la récolte avec un taux de 14,17 (dattes prélevées du sol) et 8,41% (dattes prélevées des régimes) pour le premier site. Dans le deuxième site l’infestation variée de la

même manière dans les dattes chutées ainsi que les dattes prélevées des régimes d'où elle a débuté le 16/8/2013 avec un taux de 0,83% dans les dattes chutées et elle tend à s'accroître progressivement. Alors que, les attaques de la pyrale sur régime commencent le 30/8/2013 avec un taux de 0,25% puis elle s'annule le 7/9/2013. Ensuite elles augmentent de nouveau pour atteindre à la fois leur maximum chez les dattes prélevées du sol et des régimes avec respectivement 19,33 et 11,75% à la récolte (22/11/2013). En effet, ce site est le plus touché par les attaques de la pyrale, ainsi que l'année 2013 est considérée comme la plus infestée pour les deux sites (Fig. 34).



(A)



(B)

**Figure 35:** Variation hebdomadaire de niveau d'infestation des dattes prélevées des régimes et du sol dans les deux sites d'étude durant l'année 2014 (A : Site 1 et B : Site 2).

Toute fois, en 2014 (Fig. 35), l'infestation des dattes dans le premier site n'est établi qu'au 5/9/2014 avec un taux de 0,25%, les attaques détectées évoluent progressivement soit au niveau des dattes collectées du sol ou des régimes jusqu'à ce qu'elles atteignent leur maximum à la récolte avec 14,58% des dattes sur sol et 8,91% des dattes prélevées des régimes. En ce qui concerne le deuxième site, l'infestation connue également des fluctuations durant cette campagne pour atteindre un pic de 15,66% pour les dattes chutées et 9,33% chez les dattes sur régime le 23/11/2014.

Généralement, le deuxième site est le plus infesté par la pyrale des dattes. Ainsi que, l'année 2013 est l'année sur laquelle les niveaux d'attaques enregistrés sont les plus élevés par rapport aux années 2012 et 2014. De plus, les dattes tombées au sol sont désignées comme dattes précocement attaquées et elles sont notamment les plus infestées durant les trois années consécutives de suivi. Conjointement aux résultats, l'infestation des dattes débute au mois de juillet avec des taux faibles, puis elle s'accroît durant le mois d'octobre pour atteindre son maximum au mois de novembre qui est le mois de la récolte.

### **1.2.2. Effet des stades phénologiques sur les variations de niveau d'infestation des dattes dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014.**

#### **1.2.2.1. Variation de niveau d'infestation en fonction des stades phénologiques et type d'échantillonnage durant les années 2012, 2013 et 2014**

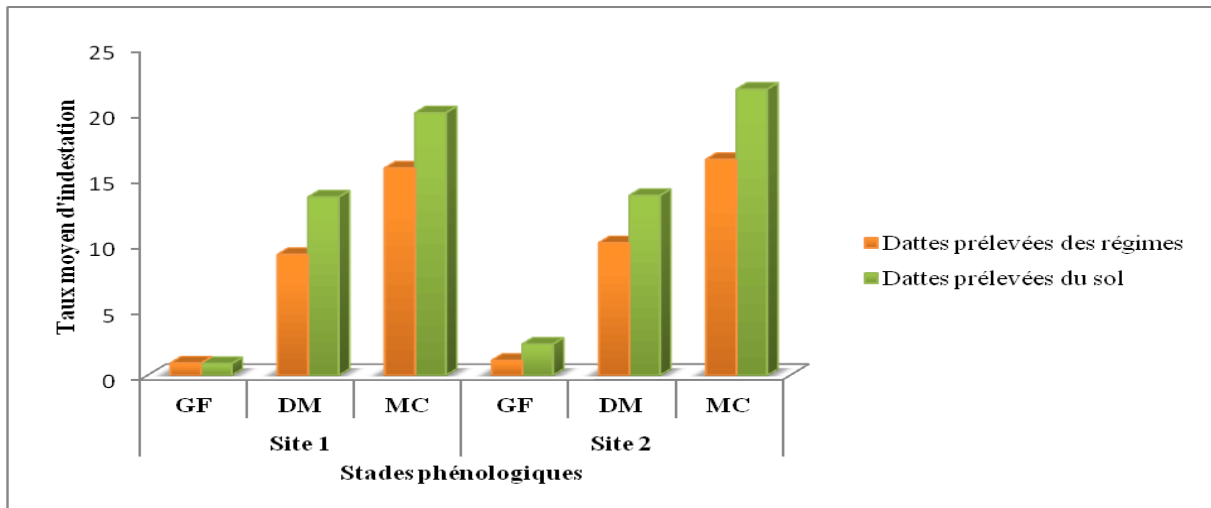
Le tableau 14 et la figure 36 indiquent l'évolution des taux moyens d'infestation des dattes collectées du sol et des régimes en fonction des trois stades phénologiques : grossissement de fruit (GF), début maturité (DM) et maturité complète (MC) dans les deux sites d'étude durant les années de suivi.

En 2012, les attaques de la pyrale commencent au cours du stade grossissement de fruit dans les deux sites d'étude soit pour les dattes collectées du sol ou des régimes (0,92% site 1 et 1,13% site 2 chez les dattes prélevées des régimes et 0,89% en site 1 et 2,37% en site 2 chez les dattes collectées du sol). Puis, l'infestation évolue en stade début maturité (9,20% en site 1 et 10,10% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et 13,59% en site 1 et 13,71% en site 2 chez les dattes collectées du sol). Enfin, le niveau d'infestation atteint son maximum au stade maturité complète avec des taux moyens d'infestation de 15,80% en site 1 et 16,46% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et 20,02% en site 1 et 21,82% en site 2 chez les dattes collectées du sol.

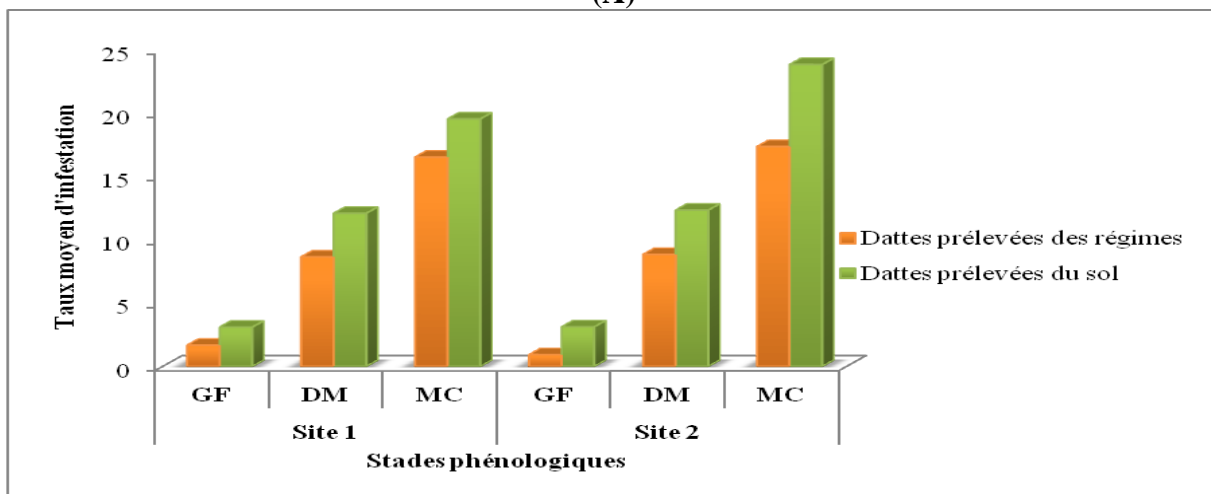
De même, pour l'année 2013 (Fig. 36 B et Tab. 14), le taux moyen d'infestation est de l'ordre de 1,66% en site 1 et 0,91% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes au stade grossissement de fruit, ces taux évoluent en début maturité avec des taux moyens de 8,63% en site 1 et 8,82% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et de 12,07% en site 1 et 12,32% en site 2 dans les dattes tombées au sol. Une augmentation maximale d'infestation est enregistrée durant le stade maturité complète dont les taux moyens sont de l'ordre de 16,51% en site 1 et 17,34% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et de 19,52% en site 1 et 23,81% en site 2 dans les dattes tombées au sol.

**Tableau 14 :** Taux moyens d'infestation enregistré dans les deux sites d'étude au cours des stades phénologiques durant les années 2012, 2013 et 2014.

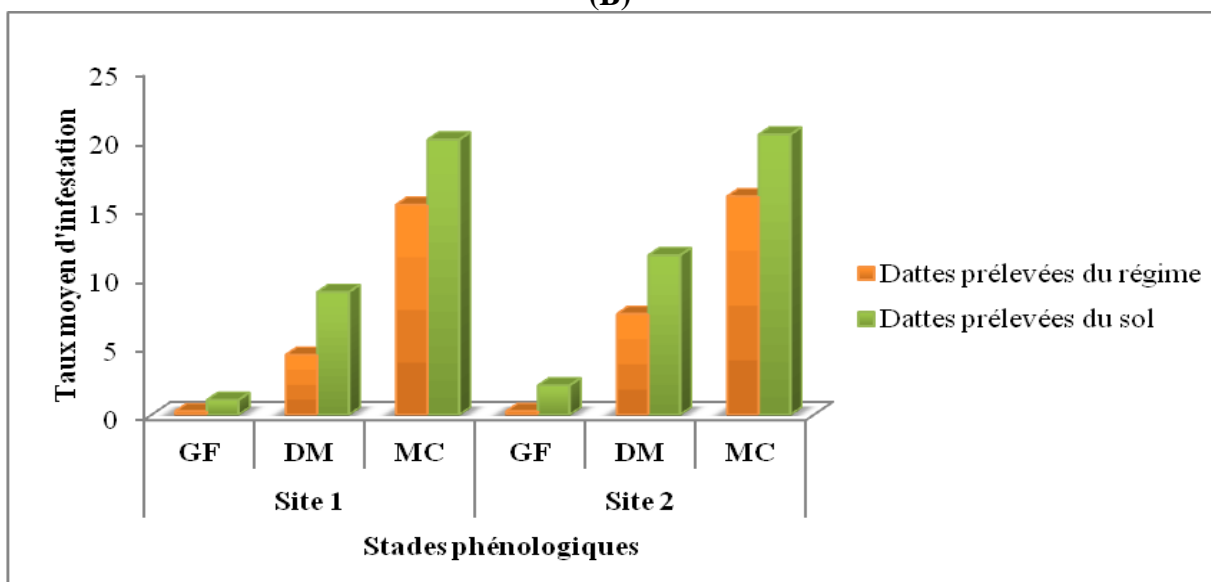
Année	Site	Type d'échantillonnage	Stade	Taux moyens
2012	1	Dattes prélevées des régimes	GF	0,925±1,571
			DM	9,209± 3,919
			MC	15,80 ± 3,247
		Dattes prélevées du sol	GF	0,890 ±2,146
			DM	13,59 ± 3,761
			MC	20,02 ± 3,256
	2	Dattes prélevées des régimes	GF	1,133 ± 1,574
			DM	10,105 ±5,968
			MC	16,463 ± 2,150
		Dattes prélevées du sol	GF	2,375 ± 2,350
			DM	13,715 ± 4,168
			MC	21,821 ± 3,099
2013	1	Dattes prélevées des régimes	GF	1,662 ± 2,281
			DM	8,634 ±2,358
			MC	16,512± 0,312
		Dattes prélevées du sol	GF	3,094 ± 2,545
			DM	12,074 ± 4,592
			MC	19,525 ±2,258
	2	Dattes prélevées des régimes	GF	0,916 ± 1,909
			DM	8,826 ± 2,208
			MC	17,344 ± 2,847
		Dattes prélevées du sol	GF	3,114 ± 3,190
			DM	12,325 ± 3,456
			MC	23,814 ± 2,417
2014	1	Dattes prélevées des régimes	GF	0,239 ±0,827
			DM	4,340 ±3,221
			MC	15,237 ± 3,340
		Dattes prélevées du sol	GF	1,066 ± 1,998
			DM	8,896 ±3,109
			MC	19,960 ± 3,340
	2	Dattes prélevées des régimes	GF	0,253 ± 0,913
			DM	7,306 ± 2,030
			MC	15,846 ± 1,818
		Dattes prélevées du sol	GF	2,120 ± 2,919
			DM	11,566 ± 2,919
			MC	20,329± 2,683



(A)



(B)



(C)

**Figure 36 :** Variation de niveau d'infestation en fonction des stades phénologiques dans les deux sites d'étude au cours des années (A : 2012, B : 2013 et C : 2014)



Pour l'année 2014, on remarque également une évolution des taux moyens d'infestation des dattes collectées du régime et du sol au cours des stades phénologiques dans les deux sites d'étude. Les faibles taux moyens d'infestation sont notés au stade grossissement de fruit avec des valeurs de 0,23% en site 1 et 0,25% en site 2 pour les dattes prélevées des régimes et de 1,06% en site 1 et 2,12% en site 2 chez les dattes prélevées du sol (Fig. 36 C et Tab 14).

L'infestation s'accroît avec la maturité des dattes, elle est de 4,34% en site 1 et 7,30% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et de 8,89% en site 1 et 11,56% en site 2 dans les dattes prélevées du sol au stade début maturité. A la maturité complète le taux moyen d'infestation atteint son maximum à la récolte avec 15,23% en site 1 et 15,84% en site 2 chez les dattes prélevées des régimes et de 19,96% en site 1 et 20,32% en site 2 dans les dattes prélevées du sol.

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs relatifs à l'évaluation de l'effet des stades phénologiques sur l'évolution du taux d'infestation dans les sites, montrent des différences hautement significatives entre les dattes collectées du sol et les dattes prélevées des régimes et les stades phénologiques ( $p < 0,0001$ ) durant les trois années d'étude (Tab. 15). De même, le test suggère la présence de quatre groupes homogènes pour les années 2012 et 2013 dont le groupe A représente l'infestation au niveau des dattes collectées du sol en stade maturité complète dans le deuxième site avec une moyenne de 21,822 % en 2012 et de 23,814% en 2013. Le groupe B est représenté par les dattes collectées du régime dans le premier site et des dattes prélevées du régime en stade maturité complète dans les deux sites d'étude avec des moyennes de 16,463 , 15,797 et 15,797 % respectivement et les dattes prélevées du sol en stade début maturité du site 2 (13,716 %) en 2012. En outre, les dattes prélevées du sol de premier site et les dattes prélevées des régimes dans les deux sites en stade maturité complète de l'année 2013 sont classés dans le groupe B avec respectivement 19,525%, 17,345 et 16,512%.

**Tableau 15:** Effet des stades phénologiques sur le niveau d'infestation des dattes dans les deux sites durant les trois années d'étude.

Année	Modalité	Moyennes estimées (%)	Groupes						
2012	S2dsMC	21,822	A						
	S2drMC	16,463		B					
	S1drMC	15,797		B					
	S1dsMC	15,797		B					
	S2dsDM	13,716		B					
	S2drDM	10,106				C			
	S1dsDM	9,210				C			
	S1drDM	9,210				C			
	S2dsGF	2,375					D		
	S2drGF	1,133					D		
	S1drGF	0,926					D		
	S1dsGF	0,926					D		
2013	S2dsMC	23,814	A						
	S1dsMC	19,525		B					
	S2drMC	17,345		B					
	S1drMC	16,512		B					
	S2dsDM	12,326				C			
	S1dsDM	12,074				C			
	S2drDM	8,826				C			
	S1drDM	8,634				C			
	S2dsGF	3,115					D		
	S1dsGF	3,095					D		
	S1drGF	1,662					D		
	S2drGF	0,917					D		
2014	S2dsMC	20,330	A						
	S1dsMC	19,961	A						
	S2drMC	15,847	A	B					
	S1drMC	15,237	A	B					
	S2dsDM	11,566		B		C			
	S1dsDM	9,686				C	D		
	S2drDM	7,306				C	D		
	S1drDM	5,426					D	E	
	S2dsGF	2,121						E	F
	S1dsGF	1,426						E	F
	S2drGF	0,253							F
	S1drGF	0,220							F

Le groupe C est représenté par le stade début maturité pour les dattes prélevées des régimes en site 2 et les dattes collectées du sol et des régimes en site 1 avec des moyennes de 10,106%, 9,210 et 9,210% en 2012 respectivement. Egalement pour l'année 2013, l'infestation évaluée soit des dattes prélevées du sol ou des régimes dans les deux sites d'étude au cours du stade début maturité est classée dans le groupe homogène C. Les plus faibles taux d'infestation évalués des dattes chutées et prélevées des régimes sont constatés au cours du stade de grossissement de fruit dans les deux sites d'étude durant les années 2012 et 2013. En formant le groupe D.

Cependant, en 2014, le test PLSD de Fisher propose l'existence de 8 groupes homogènes. Le groupe A est représenté par les taux moyens d'infestation des dattes prélevées du sol en stade maturité complète dans le premier site et le deuxième site avec des moyennes de 19,961 et 20,330 % respectivement. Puis, le groupe AB qui est représenté par l'infestation évaluée des dattes prises des régimes dans le site 1 et 2 au cours du stade phénologique maturité complète. Le troisième groupe BC est représenté par le stade début maturité chez les dattes collectées du sol dans le deuxième site avec une moyenne de 11,566%. Le groupe CD est représenté par le stade début maturité pour les dattes prélevées du sol en site 1 et les dattes prélevées des régimes en site 2 avec respectivement 9,686 et 7,306 %. Le groupe DE est représenté par le taux moyen d'infestation des dattes prélevées des régimes en stade début maturité dans le site 1 avec une valeur de 5,426%. Cependant, le groupe EF correspond aux taux moyens d'infestation des dattes collectées du sol dans le site 1 et site 2 en stade grossissement du fruit avec respectivement 2,121 et 1,426 %. Alors que, les taux moyens d'infestation des dattes prélevées des régimes enregistrés dans le site 1 et 2 formant le groupe homogène F avec des moyennes 0,253 et 0,220 % respectivement.

*In globo*, il ressort que les dattes tombées au sol sont les plus infestées par rapport aux dattes prélevées des régimes et le stade maturité complète (Tmar) est le stade le plus réceptif aux attaques de la pyrale des dattes quelque soit la nature des dattes échantillonnées, l'année et le site d'étude.

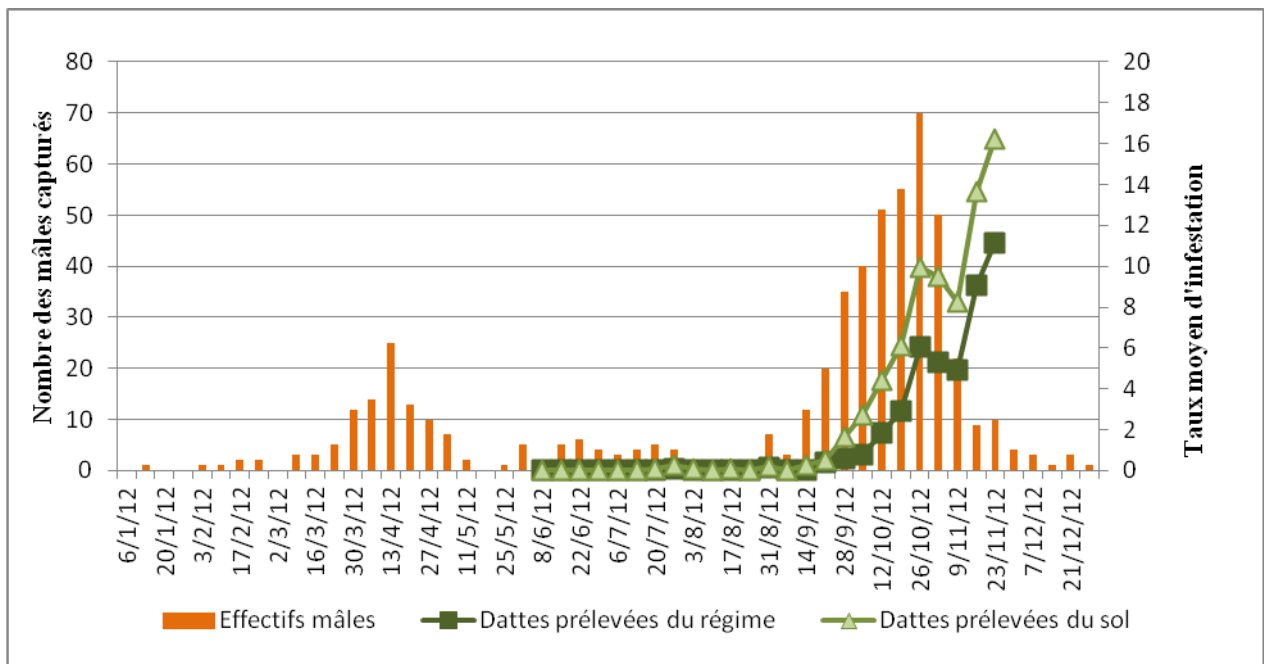
### **1.2.3. Variation du niveau d'infestation en fonction des fluctuations des populations mâles dans les deux sites d'étude durant les années 2012, 2013 et 2014**

Le suivi de la fluctuation de population mâle de *E. ceratoniae* durant les trois ans d'étude montre que ce ravageur, se présente durant toute l'année dans les palmeraies avec des variations extrêmes d'effectifs enregistrant trois périodes de vol distincts. Une première hiverna-printanière caractérisée par l'absence des dattes sur palmier, puis succédée par une deuxième période qui est estivale dans laquelle les dattes sont sur pieds mais immatures. Enfin, une troisième période de vol automnale qui se synchronise avec la présence des dattes en début et en fin maturité. Conséquemment, les attaques de la pyrale sont décelées sur les dattes au cours des périodes de vol estivale et automnale.

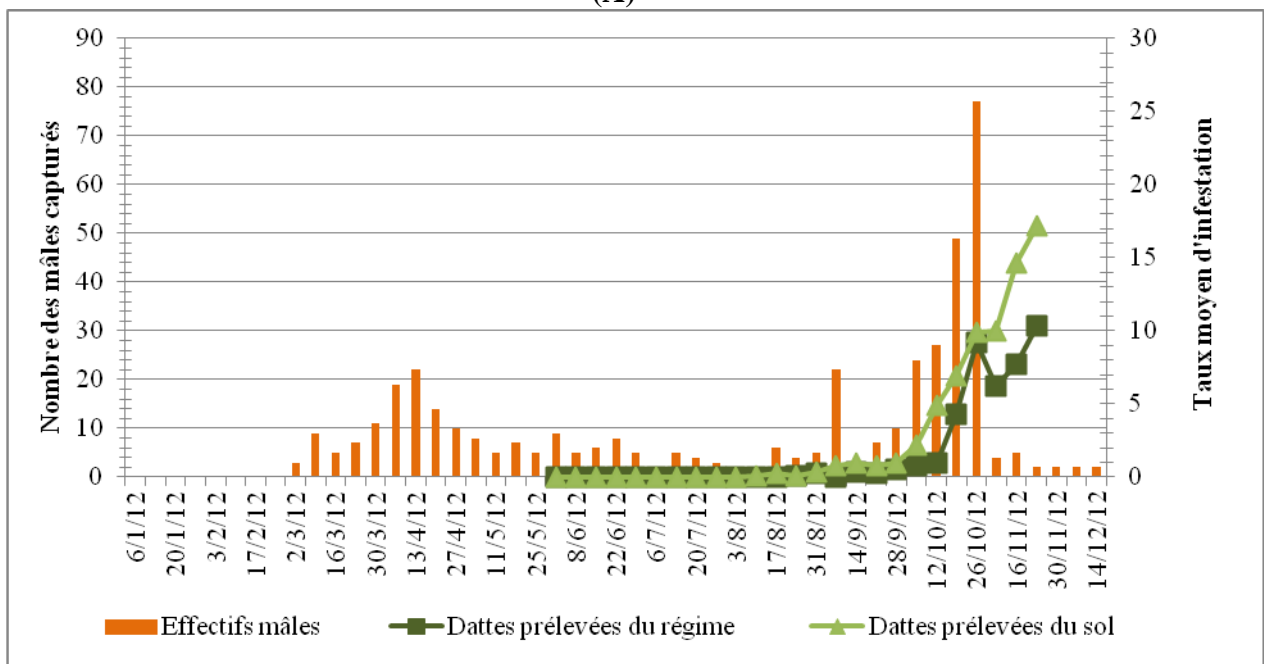
Les figures (37, 38 et 39) montrent que, les variations d'attaque d'*E. ceratoniae* des dattes prélevées du palmier et collectées du sol, dépendent de l'effectif des adultes présent dans les sites d'étude.

En 2012, dans le premier site, l'infestation est signalée en 20/7/2012 dans les dattes collectées du sol, une semaine après, les dattes sur régime sont également infestées. Les débuts d'attaques sont observés au cours de la deuxième période de vol des adultes, dont l'infestation enregistrée chez les dattes chutées est plus importantes que celles révélées chez les dattes prélevées des régimes. Le pic de l'infestation coïncide avec le pic de vol des mâles de la période automnale, puis l'infestation continue à évoluer. Par contre, l'effectif des mâles diminue en fin du mois de novembre.

Pour le deuxième site l'infestation est décelée le 10/8/2012 chez les dattes collectées du sol, deux semaines après (24/8/2012) les attaques sont distinguées sur régime. En effet, les taux moyens d'infestations sont enregistrés à partir de la deuxième période de vol des adultes (période estivale). De même, l'infestation établie sur les dattes prélevées du sol est relativement élevée par rapport aux dattes prélevées des régimes. En outre, des fluctuations de vol et d'infestation sont enregistrées jusqu'à ce qu'elles atteignent en même temps un pic durant la période automnale. Cependant, une récession dans l'effectif des mâles est constatée dans la deuxième semaine de novembre, par contre le niveau d'infestation reste élevé et atteint son maximum le 16/11/2012 (Fig. 37).



(A)

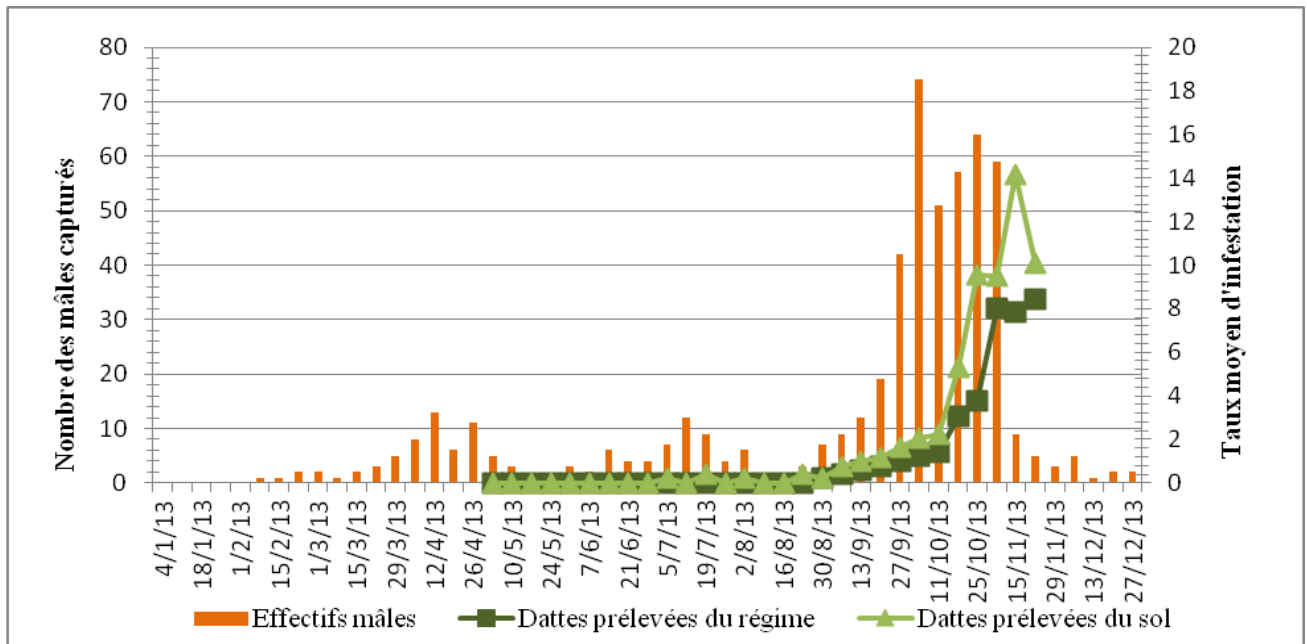


(B)

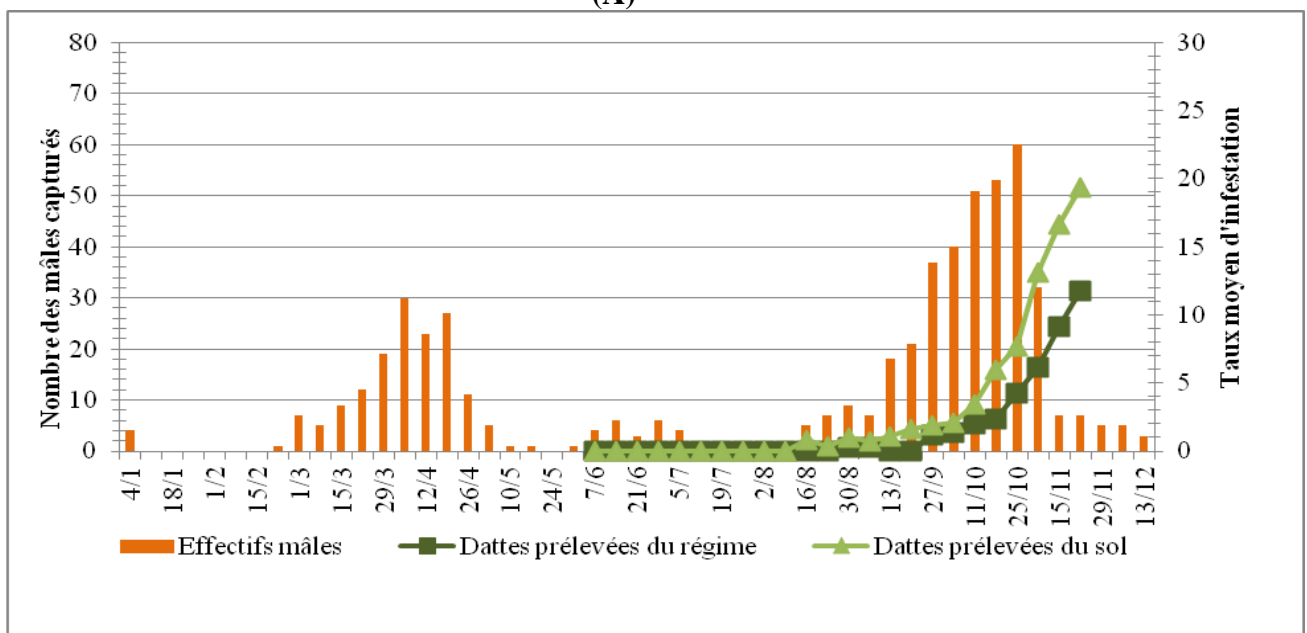
**Figure 37:** Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2012  
(A : Site 1 et B : Site 2)

En 2013, dans le premier site les attaques de la pyrale débutent dès la première semaine de juillet (5/7/2013) pour les dattes collectées du sol. L'infestation des dattes augmentent proportionnellement avec l'effectif des adultes capturés. Cependant, le pic de vol ne correspondait pas au pic des attaques enregistré le 4/10/2013. En effet, les taux les plus élevés de l'infestation sont enregistrés à la fin novembre, où le vol des adultes y est relativement faible. Toute fois, dans le deuxième site l'infestation a commencé le 16/8/2013

pour les dattes collectées du sol et en 30/8/2013 chez les dattes prélevées des régimes, ces attaques sont enregistrées au cours de la période estivale du vol des adultes. L'infestation et l'effectif des mâles augmentent simultanément dont le pic de vol est noté le 25/10/2013, tandis que l'infestation augmente progressivement jusqu'à un maximum enregistré à la fin du novembre (à la récolte), malgré que le nombre des mâles capturés soit faible (Fig.38).



(A)

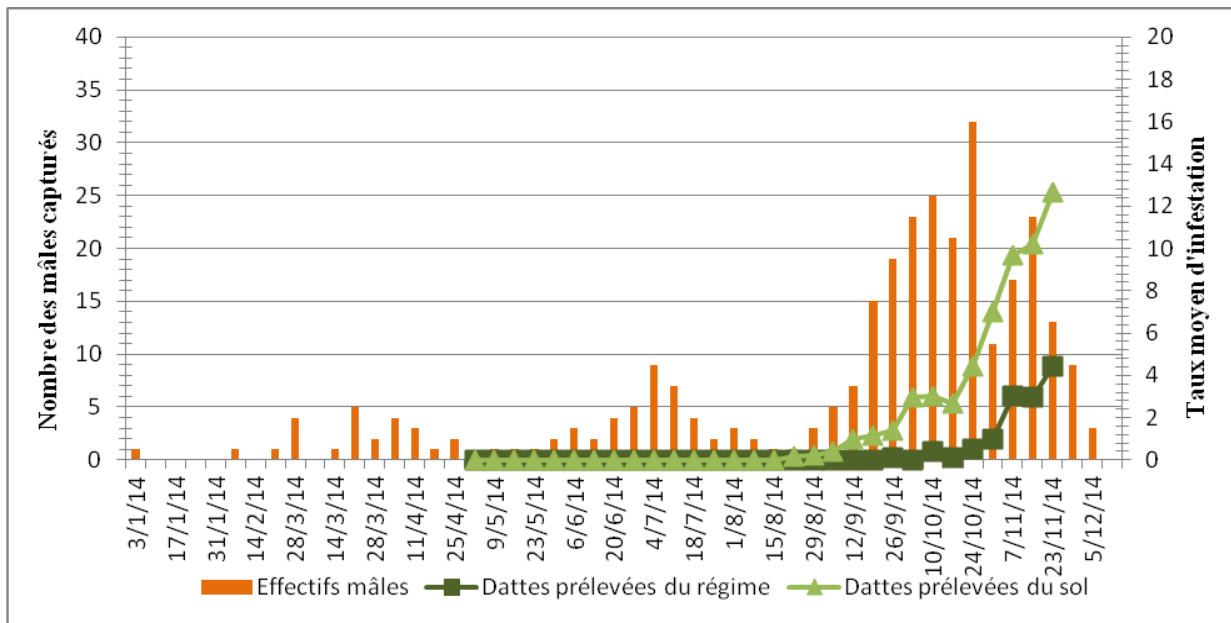


(B)

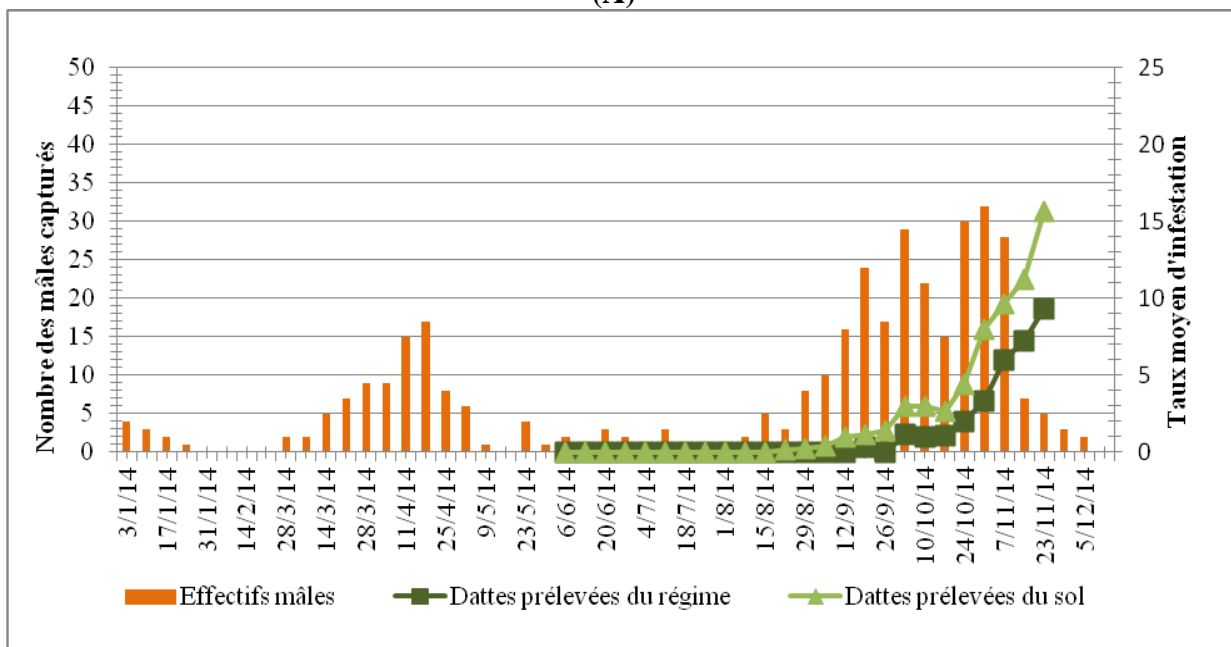
**Figure 38:** Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2013 (A : Site 1 et B : Site 2)

Pour l'année 2014 (Fig. 39), des attaques relativement faibles sont constatées dans le premier site en mois d'août (29/8/2014) chez les dattes prélevées du sol. Cependant, l'infestation sur régime n'est décelée qu'au 26/9/2014. Donc seulement l'infestation sur dattes retombées au sol coïncide avec la période estivale de vol des adultes. Alors qu'à partir de mi-septembre, l'infestation évaluée des dattes du sol ou des régimes augmente simultanément avec l'effectif des mâles présent dans le site. En effet, le pic de vol des mâles précède le pic d'infestation, puis le l'effectif des captures diminue en mois de novembre d'où les attaques du ravageur sont maximales. Quant au deuxième site les infestations sont enregistrées à partir 22/8/2014 sur les dattes chutées. Cependant, les attaques des dattes sur régime ne sont révélées qu'en 19/9/2014. Le niveau d'infestation des dattes sur sol ou sur régime évolue simultanément avec la population automnale des adultes jusqu'à ce qu'elles atteignent communément un pic le 30/10/2014. En revanche, l'infestation continue à s'accroître pour atteindre son maximum à la récolte (23/11/2014).

En effet, la densité de la population mâle *in situ* évolue simultanément avec l'infestation des dattes dans les deux sites d'étude et durant les trois années consécutives de suivi. Conséquemment, la période de vol automnale est la période la plus importante notamment à savoir le nombre élevé des mâles capturés et qui se synchronise avec l'activité intense des femelles qu'y est en résulte les fortes attaques enregistrées sur les dattes à maturité complète (la récolte).



(A)



(B)

**Figure 39:** Relation mâles piégés et le niveau d'infestation durant l'année 2014  
(A : Site 1 et B : Site 2)



**Tableau 16 :** Analyse de la régression linéaire entre les mâles piégés et le niveau d'infestation dans les deux sites d'étude

Paramètres		Niveau d'infestation			
Année	Site	Type de dattes échantillonnées	Droite de régression	R <sup>2</sup>	P
2012	1	Prélevées du sol	$Y = 0,20 * X_1 + 2,12$	<b>0,73</b>	< 0,0001
		Prélevées des régimes	$Y = 0,23 * X_2 + 2,31$	<b>0,65</b>	< 0,0001
	2	Prélevées du sol	$Y = 0,10 * X_1 + 2,29$	<b>0,44</b>	0,02
		Prélevées des régimes	$Y = 0,13 * X_2 + 2,35$	<b>0,45</b>	0,02
2013	1	Prélevées du sol	$Y = 0,22 * X_1 + 2,29$	<b>0,65</b>	0,0002
		Prélevées des régimes	$Y = 0,29 * X_2 + 2,03$	<b>0,61</b>	< 0,0001
	2	Prélevées du sol	$Y = 0,15 * X_1 + 2,32$	<b>0,57</b>	0,002
		Prélevées des régimes	$Y = 0,18 * X_2 + 2,57$	<b>0,51</b>	0,006
2014	1	Prélevées du sol	$Y = 0,14 * X_1 + 2,23$	<b>0,63</b>	< 0,0001
		Prélevées des régimes	$Y = 0,15 * X_2 + 2,46$	<b>0,61</b>	0,002
	2	Prélevées du sol	$Y = 0,15 * X_1 + 1,896$	<b>0,66</b>	0,0001
		Prélevées des régimes	$Y = 0,16 * X_2 + 2,21$	<b>0,54</b>	0,004

En effet, l'analyse statistique (Tab. 16) montre que durant l'année 2012, la population mâle de la pyrale de datte est significativement corrélée avec l'infestation des dattes prélevées du sol et des régimes dans le premier site avec respectivement ( $R^2 = 0,73$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,65$ ,  $p < 0,0001$ ).

Cependant, le vol des adultes est faiblement corrélé avec les attaques d'*E.ceratoniae* des dattes chutées au sol et les dattes prélevées du régime dans le deuxième site avec respectivement ( $R^2 = 0,44$ ,  $p = 0,002$ ;  $R^2 = 0,45$ ,  $p = 0,002$ ).

En 2013, une corrélation significative et positive est révélée entre le vol et l'infestation des dattes chutées et celles prélevées des régimes dans les deux sites d'étude avec respectivement ( $R^2 = 0,65$ ,  $p = 0,0002$  ;  $R^2 = 0,61$ ,  $p < 0,0001$  pour le site 1) et ( $R^2 = 0,57$ ,  $p = 0,002$  ;  $R^2 = 0,51$ ,  $p = 0,006$  en site 2). De même pour l'année 2014, on remarque qu'il ya une corrélation significative entre l'effectif des mâles et l'infestation des dattes collectées du sol et les dattes prélevées des régimes dans les deux sites d'étude avec respectivement ( $R^2 = 0,63$ ,  $p < 0,0001$ ;  $R^2 = 0,61$ ,  $p = 0,002$  dans le premier site) et ( $R^2 = 0,66$ ,  $p = 0,0001$  ;  $R^2 = 0,54$ ,  $p = 0,004$  en site 2).

Au vu des résultats obtenus, l'activité du ravageur est fortement liée à sa densité dans les différents sites. Ceci, est en fonction des conditions climatiques propices à leur développement d'une part et aux conditions trophiques par la disponibilité et la réceptivité des dattes d'autre part. Or, pour notre ravageur ces conditions ne sont réunies qu'en automne dans lesquels leur activité et leur vol les plus intenses sont enregistrés.

## 2. Essai de lutte biologique

### 2.1. Etude des paramètres biologiques de deux parasitoïdes indigènes (ou autochtones) de *E.ceratoniae* et leurs activités parasitaires dans les conditions contrôlées.

#### 2.1.1. Etude des paramètres biologiques de *Bracon hebetor*

##### 2.1.1.1. Cycle biologique de *Bracon hebetor*

D'après les résultats mentionnés dans le tableau 17, on observe que la durée d'incubation des œufs de *Bracon hebetor* varie entre 2 et 3 jours avec une moyenne de  $(2,11 \pm 0,67)$  jours, le développement larvaire persiste de 7 à 8 jours au maximum avec une durée moyenne  $(7,11 \pm 2,06)$  jours. Le stade nymphal de *B. hebetor* a varié entre 3 et 5 jours avec une moyenne de  $3,38 \pm 1,19$  jours. En effet, La détermination de la durée de cycle de vie dans les conditions contrôlées varie entre 12 à 15 jours avec une moyenne de  $13,83 \pm 3,50$ . De même, le tableau 16 nous informe sur la longévité des adultes, dont la minimale est de 6 jours chez les mâles et 9 jours pour les femelles alors que la durée de vie maximale observée est de 8 jours chez les mâles et de 12 jours chez les femelles, avec une durée moyenne de vie de  $6,66 \pm 1,06$  jours pour les mâles et de  $10,38 \pm 0,97$  jours pour les femelles. Ce qui nous mène à déduire que les femelles ont une longévité plus longue que les mâles.

**Tableau 17:** Durée moyenne du cycle de vie et de la longévité moyenne de *B.hebetor* sur les chenilles L<sub>4</sub> de la pyrale des dattes

Phase de cycle	Incubation des œufs	Stades larvaires	Nymphe	Totale des phases sur larves	Longévité des adultes	
					Mâles	Femelles
Durée moyenne (jours)	$2,11 \pm 0,67$	$7,11 \pm 2,06$	$3,38 \pm 1,19$	$13,83 \pm 3,50$	$6,66 \pm 1,06$	$10,38 \pm 0,97$

##### 2.1.1.2. Sex-ratio

Les résultats de tableau 18, révèlent une différence entre le nombre des mâles et des femelles, avec respectivement un pourcentage moyen de 46,21 et 53,77 %. Ces valeurs montrent que la proportion des femelles est plus élevée que celle des mâles, dont le Sex-ratio de *Bracon hebetor* calculé dans les conditions contrôlées est de 0,53.

**Tableau 18:** Sex-ratio d'une population d'élevage de *B.hebetor*

N° des boîtes	Nombre total des adultes	Mâles		Femelles		Sex-ratio
		Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)	
1	10	7	70	3	30	0,3
2	15	5	33,33	10	66,66	0,66
3	10	2	20	8	80	0,8
4	20	20	100	0	0	0
5	21	13	61,9	8	38,9	0,38
6	17	6	35,29	11	64,7	0,64
7	11	3	27,27	8	72,72	0,72
8	13	4	30,76	9	69,23	0,69
9	10	4	40	6	60	0,6
10	15	9	60	6	40	0,4
11	16	6	37,5	10	62,5	0,62
12	8	8	100	0	0	0
13	28	12	42,85	16	57,14	0,57
14	43	22	51,16	21	48	0,48
15	20	9	45	11	55	0,55
16	34	4	11,76	30	88,23	0,88
17	37	7	18,91	30	81,08	0,81
<b>Moyenne</b>	19,29	8,29	46,21	11	53,77	0,53
<b>Ecart type</b>	8	4,14	19,49	6,23	19,49	0,19

### 2.1.1.3. Fécondité et fertilité chez les femelles de *B. hebetor*

D'après le tableau 19, les femelles de *B. hebetor* pondent jusqu'à huit pontes dans leur vie (une moyenne de 6,8 par femelle), le nombre d'œufs par ponte tend à diminuer, un maximum de 35,82 œufs est enregistré dans la quatrième ponte et un minimum de 6,26 œufs dans la huitième ponte. De même, les valeurs extrêmes de variation individuelles du nombre total des œufs pondus par femelle, allant d'un minimum de 38 œufs à un maximum de 230 œufs, et une moyenne de 106,25 œufs par femelle. On remarque également que le nombre moyen des œufs pondus par ponte estimé sur 20 femelles oscille d'un minimum de 6 œufs par ponte et un maximum de 28,75 œufs, la moyenne est de 15,39 œufs.

D'autre part, nous constatons que la fertilité chez les femelles de *B. hebetor* est très élevée à savoir le taux d'éclosion des œufs qui oscille de 86,08 à 97,36 % avec une moyenne de 93,19% (Tab. 19).

**Tableau 19:** Fécondité et fertilité des femelles de *B. hebetor* issues d'élevage

N° des femelles	Ponte 1	Ponte 2	Ponte 3	Ponte 4	Ponte 5	Ponte 6	Ponte 7	Ponte 8	N° total des œufs	N° de ponte	N° moyen des œufs /ponte	N° des œufs éclos	Taux d'éclosion
1	5	5	12	32	7	9	6	-	76	7	10,85	74	97,36
2	4	9	33	11	10	12	8	6	93	8	11,62	90	96,77
3	7	8	18	25	23	11	2	9	103	8	12,87	100	97,08
4	4	5	13	37	30	9	7	2	107	8	13,37	99	92,52
5	7	6	11	42	29	-	9	2	106	7	15,14	97	91,5
6	2	5	48	39	22	17	11	5	149	8	18,62	134	89,93
7	11	5	-	45	27	22	-	4	114	6	16,28	104	91,22
8	10	7	23	29	11	-	20	6	106	7	15,14	92	86,79
9	5	-	17	31	-	15	10	9	87	6	12,42	84	96,55
10	3	5	27	6	44	31	17	5	132	7	18,85	127	96,21
11	4	7	-	34	26	12	15	2	100	7	14,28	90	90
12	4	5	8	-	10	4	9	2	42	7	6	41	97,61
13	5	-	9	16	-	14	2	-	46	5	9,2	40	86,95
14	-	5	13	63	47	29	11	-	168	6	28	159	94,64
15	5	2	21	59	-	-	9	-	96	5	19,2	89	92,7
16	11	9	34	66	34	23	14	10	201	8	25,12	190	94,2
17	17	13	28	54	51	29	21	17	230	8	28,75	198	86,08
18	7	8	26	20	4	5	9	9	88	8	11	84	95,45
19	20	10	-	-	1	4	2	6	43	6	7,16	40	93,02
20	18	9	11	-	-	-	-	-	38	5	9,5	37	97,36
<b>Moy</b>	7,84	6,61	20,70	35,82	23,5	15,37	10,11	6,26	106,25	6,8	15,39	98,45	93,19
<b>E- type</b>	5,47	3,21	12,55	17,03	16,82	10,17	10,17	4,47	35,72	1,16	6,37	32,34	3,12

### 2.1.2. Etude de l'activité parasitaire de *B. hebetor* sur les chenilles L4 de la pyrale des dattes

Toutes les chenilles soumises aux couples de *B. hebetor* sont paralysées, tandis que, nous avons remarqué que l'ensemble des chenilles paralysées ne sont pas forcément soumises au parasitisme dont nous avons trouvé que de 10 chenilles 3,5 chenilles sont parasitées, de 15 chenilles 6,16 sont parasitées et de 20 chenilles 9,83 sont parasitées (Tab. 20).

**Tableau 20:** Nombre moyen des chenilles L4 paralysées de *E. ceratoniae*

N° de chenilles	10	15	20
N° moyen des chenilles paralysées	10	15	20
N° moyens de chenilles paralysées parasitées	3,5 ± 1,22	6,16 ± 2,13	9,83 ± 1,60

L'étude de l'activité parasitaire relative à l'ectoparasite *B. hebetor* sur les chenilles de *E. ceratoniae* a rapporté des effets négatifs aussi bien au niveau individuel que populationnel sur l'hôte. Le tableau 21, nous a permis de donner une idée sur le comportement parasitaire de *B.hebetor*, dont on remarque que le nombre moyen des œufs pondus par le *Bracon* sur les chenilles de la pyrale est plus élevé dans les boîtes contenant 20 larves, alors que le nombre le plus faible est noté dans les boîtes de 10 larves avec respectivement  $42 \pm 11,67$  et  $17,5 \pm 6,37$  œufs d'où, l'analyse de la variance a montré une différence significative entre différentes boîtes de chenilles avec  $p < 0,0001$ . De même le test de corrélation renseigne sur la présence d'une relation positive et étroite entre le nombre moyen des œufs de *Bracon* et les nombres moyens des chenilles parasitées avec un taux de parasitisme de 100% ( $r = 0,7$  et  $p = 0,001$ ).

**Tableau 21 :** Effet parasitaire de *B. hebetor* sur les chenilles L<sub>4</sub> de *E. ceratoniae*

N° de chenilles	10	15	20
N° moyen des œufs par chenille	$17,5 \pm 6,37$	$24,83 \pm 6,4$	$42 \pm 11,67$
N° moyens de larves de <i>Bracon</i> par chenille	$8,17 \pm 3,65$	$15,35 \pm 4,35$	$31,83 \pm 8,56$
N° moyen des émergences de <i>Bracon</i>	$8,16 \pm 3,65$	$15,5 \pm 4,76$	$31 \pm 8,57$
N° moyen des chenilles d' <i>E.ceratoniae</i> parasitées et mortes	10	15	20

## 2.2. Etude des paramètres biologiques de *Phanerotoma flavitestacea*

### 2.2.1. Cycle biologique de *P. flavitestacea*

Le tableau 22, montre que la durée moyenne de vie endoparasitaire de *P. flavitestacea* est de  $32 \pm 1,98$  jours et une durée moyenne de vie ectoparasitaire de  $3 \pm 0,43$  jours, en outre le stade nymphe est de  $12 \pm 1,65$  jour et la durée moyenne totale de cycle de vie de *P. flavitestacea* est de  $47 \pm 2,06$  jours. Concernant la longévité des adultes, nous constatons que la durée de vie la plus courte est de 3 jours chez les mâles et de 5 jours pour les femelles, alors que la durée de vie maximale observée est de 6 jours chez les mâles et de 9 jours chez les femelles, avec une durée moyenne de vie de  $3,85 \pm 1,22$  jours pour les mâles et de  $6,15 \pm 1,34$  jours pour les femelles. En effet, les femelles de *P. flavitestacea* ont une longévité plus longue que celle des mâles.

**Tableau 22:** Durée moyenne du cycle de vie et de la longévité moyenne de *P. flavitestacea*

Phase de cycle	Durée de vie endoparasite	Durée de vie ectoparasite	Nymphe	Totale des phases	Longévité moyenne des adultes	
					Mâles	Femelles
Durée moyenne (jours)	32 ± 1,98	3 ± 0,43	12 ± 1,65	47 ± 2,06	3,85 ± 1,22	6,15 ± 1,34

### 2.2.2. Sex-ratio d'une population d'élevage de *P. flavitestacea*

Une différence entre le nombre des mâles et des femelles est décélée dans le tableau 23, avec respectivement un pourcentage moyen de 27,83 et 43,40 %. Ces valeurs indiquent que la proportion des femelles est plus élevée que celle des mâles, dont le Sex-ratio moyen de *P. flavitestacea* calculé dans les conditions contrôlées est de 0,43.

**Tableau 23:** Sex-ratio de *P. flavitestacea*

N° des boîtes	Nombre total des adultes	Mâles		Femelles		Sex ratio
		Nombre	Pourcentage (%)	Nombre	Pourcentage (%)	
1	108	57	52,77	51	47,22	0,47
2	42	22	52,38	20	47,61	0,47
3	33	21	63,63	12	36,36	0,36
4	68	36	52,94	32	47,05	0,47
5	79	46	58,22	33	41,77	0,41
6	47	28	59,57	19	40,42	0,4
Moyenne	62,83	35	27,83	43,40	43,405	0,43
Ecart type	22,16	11,33	10,83	10,83	3,88	0,04

### 2.2.3. Activité parasitaire de *Phanerotoma flavitestacea* sur les œufs et les larves de la pyrale des dattes

D'après les tableaux 24 et 26, l'activité parasitaire de *P. flavitestacea* paraît fluctuante en terme de sa qualité en tant que parasitoïde ovo-larvaire. L'observation des femelles de *P. flavitestacea* lors de leur ponte sur les œufs d'*E. ceratoniae*, nous a permis d'estimer le nombre moyen des œufs parasités. Dont les femelles de *P. flavitestacea* ont une action parasitaire positive sur le nombre croissant des œufs de la pyrale des dattes, le nombre des œufs parasité est corrélé positivement avec le nombre des œufs par boîte avec  $r=0,46$  et  $p<0,0001$ .

Le test d'ANOVA du nombre moyen des œufs parasités a montré une différence significative entre le nombre des œufs testés par boîte ( $p < 0,0001$ ), dont le nombre moyen des œufs parasités le plus élevé est enregistré dans les boîtes de 30 œufs et le plus faible est noté dans les boîtes de 10 œufs avec respectivement  $11,16 \pm 2,31$  et  $2,16 \pm 0,1$  œufs. Cependant la fertilité des œufs pondus de *P.flavitestacea* au sein des œufs de la pyrale des dattes reste méconnue, néanmoins on constate une différence hautement significative ( $p < 0,0001$ ) entre le nombre moyen des œufs parasités et le nombre moyen des chenilles parasitées et de *P.flavitestacea* émergé, avec respectivement  $2,5 \pm 1,26$  larves et  $2 \pm 1$  dans les boîtes contenant 30 œufs. En effet, le taux de parasitisme du parasitoïde est de 57,83%.

**Tableau 24 :** Effet parasitaire de *P.flavitestacea* sur les œufs d'*E.ceratoniae*

N° d'œuf d' <i>E.ceratoniae</i>	En absence de <i>P.flavitestacea</i>		En présence de <i>P.flavitestacea</i>	
	N° moyen des œufs éclos d' <i>E.ceratoniae</i>	N° moyen des œufs parasités	N° moyen des œufs parasités	N° moyen des œufs non éclos
10	$5 \pm 1,67$	$2,16 \pm 0,1$	$2,16 \pm 0,1$	$6,66 \pm 3,94$
20	$9,16 \pm 1,83$	$10 \pm 1,67$	$10 \pm 1,67$	$17,66 \pm 1,03$
30	$12,5 \pm 4,1$	$11,16 \pm 2,31$	$11,16 \pm 2,31$	$26 \pm 1,67$

**Tableau 25 :** Effet parasitaire de *P.flavitestacea* sur les chenilles de *E.ceratoniae*

N° d'œuf de <i>E.ceratoniae</i>	N° moyen des chenilles parasitées	N° moyen des adultes de <i>P.flavitestacea</i> émergés	N° moyen des adultes d' <i>E.ceratoniae</i> émergés
10	$0,5 \pm 0,38$	$0,3 \pm 0,1$	$1,66 \pm 1$
20	$0,7 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,22$	$1 \pm 0,33$
30	$2,5 \pm 1,26$	$2 \pm 1$	$1,5 \pm 0,83$

### 2.3. Essai de lutte biologique inoculative contre la pyrale de dattes par *P. flavitestacea* dans le premier site d'étude (Magtoufa)

#### 2.3.1. Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction des doses de lâchers dans les blocs traités et non traités

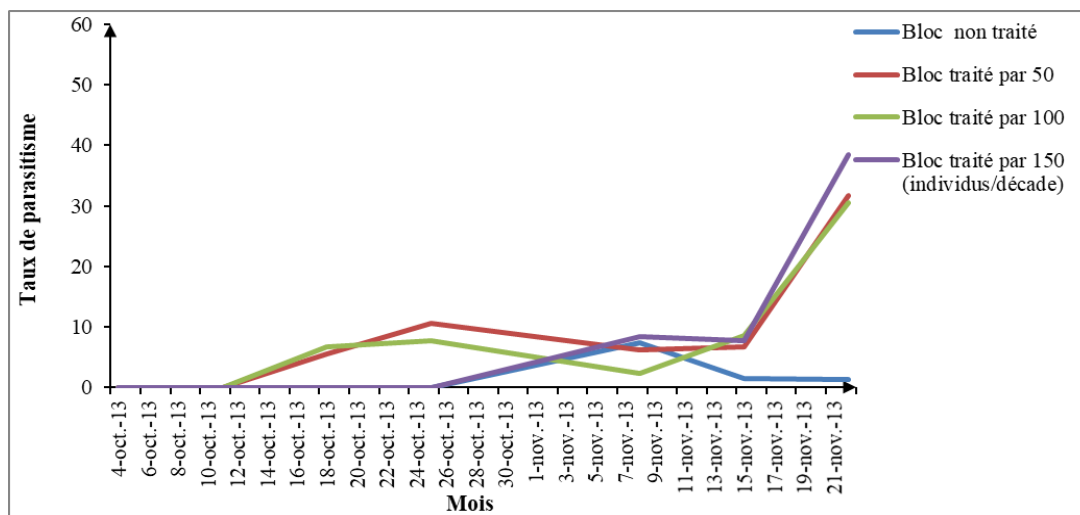
Les résultats relatifs aux variations des taux de parasitisme dans les blocs non traités et traités en fonction des différentes doses de lâcher de *P. flavitestacea* sont mentionnés dans les figures 40, 41 et 42. Les lâchers inoculatifs de parasitoïde ont été réalisés à partir de la fin août (26/8/2013) et s'ont étalés jusqu'à la mi-octobre (10/10/2013). L'examen des dattes échantillonnées à partir des blocs non traités et traités a débuté au mois d'octobre jusqu'à la récolte, en vue d'évaluer le taux de parasitisme établi sur l'hôte *E. ceratoniae*.

Nous remarquons qu'après les lâchers, l'activité parasitaire est signalée le 11/10/2013 dans les blocs traités par 50 et 100 individus avec des taux de 5,55% et 6,66% respectivement. Tandis que dans le bloc non traité, aucun parasitisme n'est décelé jusqu'au 25/10/2013 où on a enregistré un taux moyen de 7,33% pour le témoin et 8,33% pour la parcelle traitée par 150 individus. Puis le taux de parasitisme a augmenté progressivement au cours du temps pour atteindre ses valeurs maximales à la récolte dans les blocs traités par 50, 100 et 150 individus avec respectivement 31,74 ; 30,52 et 38,49%. Cependant le parasitisme reste faible dans le bloc non traité (1,33%) (Fig. 40).

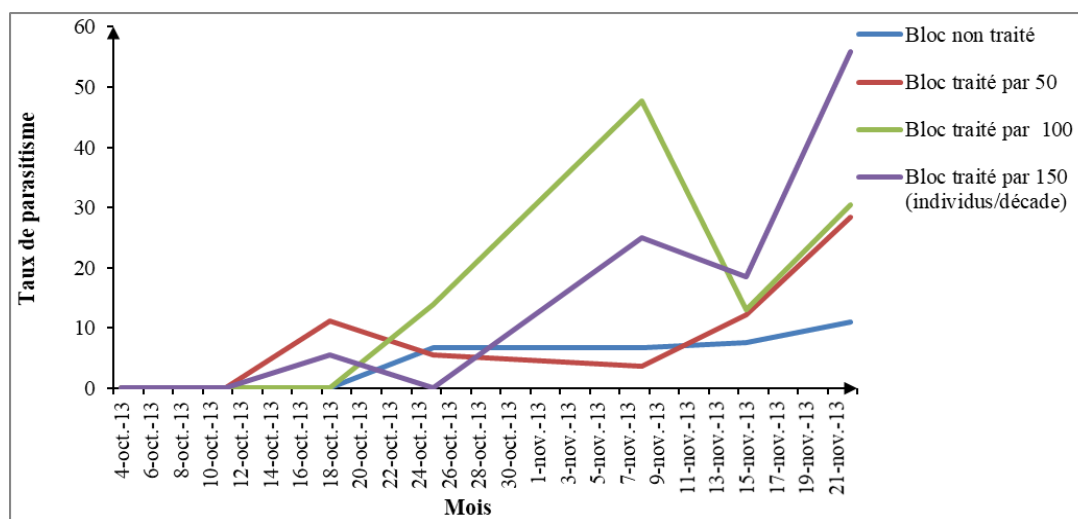
L'examen des dattes prélevées des régimes montre que le taux de parasitisme n'a eu lieu qu'au 18/10/2013 dans les blocs traités par 50 et 150 individus avec respectivement 11,11 et 5,55%. Toute fois, le parasitisme n'est enregistré qu'au 25/10/2013 avec un taux moyen de 13,88%. Une augmentation progressive de l'activité de parasitoïde a été observé à la récolte a pour les trois doses dont le taux le plus élevé est enregistré dans le bloc traité par 150 individus suivi par la dose de 100 individus puis la dose de 50 individus avec respectivement 55,95 , 30,44 et 28,44%. Par contre, le parasitisme dans le bloc non traité a débuté en 25/10/2013 avec un taux moyen de 6,66% pour atteindre son maximum à la récolte (10,92%).

Une année après l'application des lâchers, des échantillonnages des dattes du sol et des régimes ont été effectués afin d'évaluer l'évolution et l'établissement du parasitoïde dans les blocs traité et non traité en 2013 (Fig. 41). Les résultats montrent que le parasitisme de la pyrale de dattes évalué des dattes collectées du sol commence le 10/10/2014 dans le bloc traité par 100 individus avec un taux moyen de 38,88%. Aussi, des fluctuations de taux de parasitisme ont été enregistrées à la récolte le 14/11/2014, dont le plus élevé est noté dans le bloc traité par 150 individus, suivi par le bloc traité par 50 et 100 individus avec respectivement 46,23%, 45,73% et 41,99%. Nous remarquons aussi des fortes fluctuations du taux de parasitisme dans le bloc non traité par rapport à ceux enregistrés au cours de l'année précédente. Le parasitisme est décelé le 17/10/2014 dans le bloc non traité avec un taux moyen de 16,66% pour atteindre son maximum à la récolte avec 17,72%.





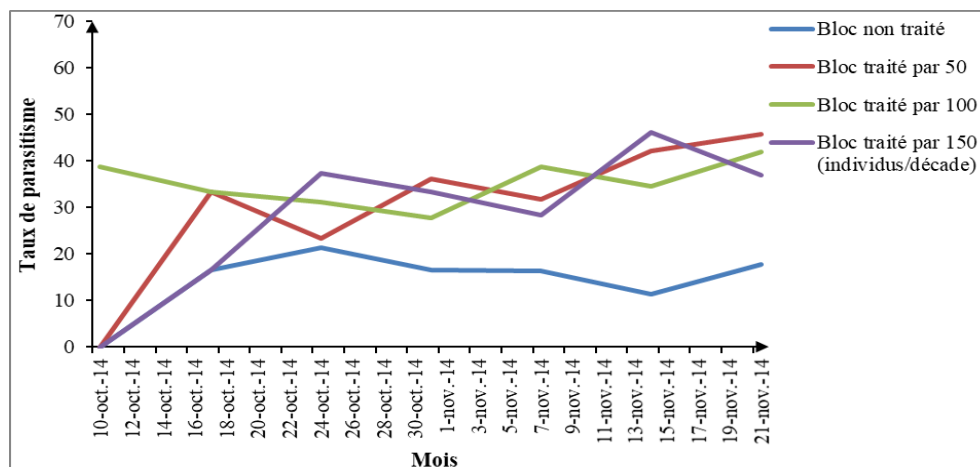
(A)



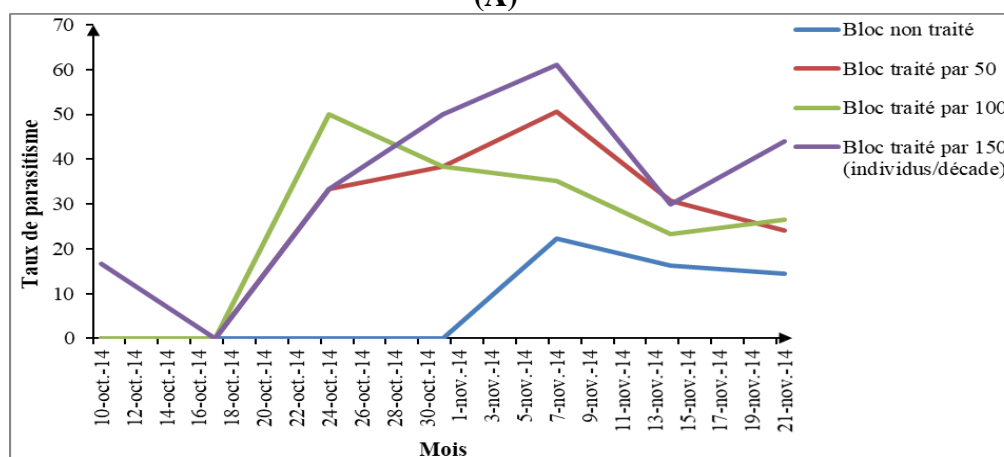
(B)

**Figure 40:** Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A : dattes prélevées du sol et B : dattes prélevées du régime) durant l’année 2013.

Néanmoins, nous remarquons que le parasitisme est observé dans le bloc traité par 150 individus (16,66%) le 10/10/2014 et à partir de 17/10/2014 dans les blocs traités par 50 et 100 individus avec respectivement 33,33 et 50%. En effet, l’évolution de parasitisme dans les trois blocs est fluctuante dont deux pics sont révélés dans les blocs traités avec 50 et 150 individus le 7/11/2014 avec respectivement des taux moyens de 50,55% et 61,11%. Puis un abaissement de ce taux est enregistré à la récolte avec 24% dans le bloc traité par 50 et 26,56% dans le bloc traité par 150 individus. Cependant, le parasitisme dans le bloc non traité n’est révélé qu’au 7/11/2014 (22,22%), suivi par une régression de niveau de parasitisme dont le taux le plus faible est enregistré à la récolte avec un taux moyen de 14,52%.



(A)



(B)

**Figure 41:** Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A ; dattes prélevées du sol et B ; dattes prélevées du régime) durant l’année 2014.

Durant l’année 2015 (Fig.42), nous remarquons que le parasitoïde est toujours présent et actif dans les blocs non traités et traités. Le parasitisme n’a eu lieu qu’au 4/10/2015 dans les dattes prélevées du sol avec un taux de 16,66% dans la parcelle traitée par 100 individus et 25,55% dans la parcelle traitée par 150 individus.

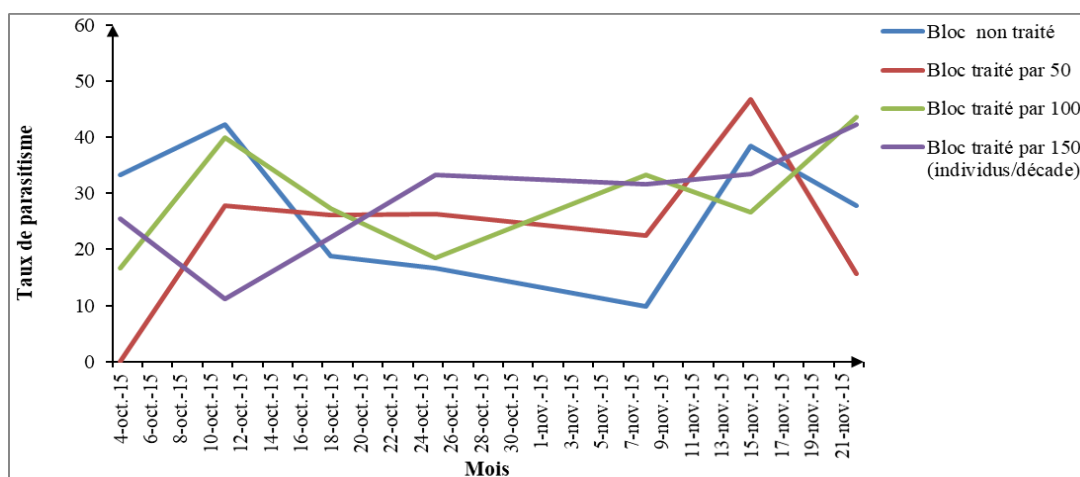
Le parasitisme évolue d’une façon fluctuante pour atteindre son maximum dans les blocs traités par 50 et 150 individus avec un pourcentage de 46,82% et diminue ensuite à la récolte. Cependant le taux s’élève au niveau des parcelles traitées par 100 et 150 individus

dont le taux le plus important est remarqué dans la parcelle de 100 individus avec un taux de 43,58%.

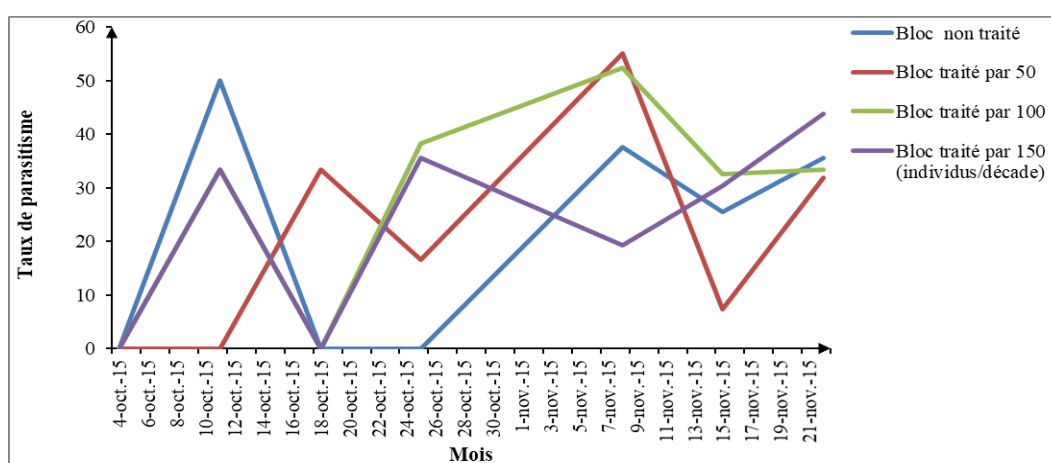
De plus, dans le bloc non traité nous remarquons que le parasitisme est bien établi avec des variations extrêmes au cours de l'examen des dattes collectées du sol. Le parasitisme a commencé en novembre avec un taux élevé de 33,3% pour atteindre un pic le 11 octobre 2015, puis une régression de l'activité du parasitoïde est enregistrée avec un taux faible (9,78%) pour augmenter de nouveau (38,39 %).

Par ailleurs, l'évaluation de parasitisme au niveau des dattes prélevées des régimes enregistre des variations au niveau de l'activité du parasitoïde dont cette dernière n'est décrite qu'au 11 octobre dans les blocs traités par 100 et 150 individus avec respectivement 33,33%. Cette activité parasitaire enregistre des fluctuations durant l'examen des dattes au cours de temps. Elle augmente dans les blocs traités par les trois doses pour les quels un pic est enregistré le 08 novembre 2015 au niveau des doses 50 et 100 individus avec respectivement 55,06 et 52,4%. Puis une diminution de parasitisme est observée dans les mêmes blocs. Par contre le taux le plus élevé de parasitisme est révélé durant la récolte dans le bloc traité par 150 individus (43,84%).

Toute fois, le niveau de parasitisme dans le bloc non traité évolue brusquement en enregistrant un pic de 50%. Puis l'activité parasitaire devient nulle pour qu'elle se reprenne le 8 novembre et atteindre un taux moyen de 37,66%. Ce parasitisme a connu Ensuite une faible diminution de 2,11% de parasitisme.



(A)



(B)

**Figure 42:** Evolution hebdomadaire des taux de parasitisme en fonction de doses (A ; dattes prélevées du sol et B ; dattes prélevées du régime) durant l’année 2015.

Globalement, au cours de l’année du lâcher, les taux de parasitisme évalués dans les blocs traités et non traités sont avérés faible pour les dattes prélevées du sol par rapport aux dattes prélevées des régimes qu’elles ont enregistré des taux élevés de parasitisme pendant la récolte et notamment dans le bloc traité par 150 individus.

En effet, le suivi de l’activité parasitaire durant deux années consécutives après l’application des lâchers est une étape primordiale permettant la vérification de l’établissement de parasitoïde dans le site d’étude. Alors, ceci est confirmé par les résultats obtenus, en montrant des taux élevés de parasitisme enregistrés soit chez les dattes collectées du sol ou des régime, ainsi que dans les blocs traités et non traités. Egalement des variations très marquées de taux de parasitisme ont été constatées vis-à-vis les doses de lâcher en faveur des doses de 100 et 150 individus/décade.

**Tableau 26:** Comparaison des taux de parasitismes en fonction des doses des lâchers et les années pour les dattes prélevées du sol par le test ANOVA

Dose Année	Non traité	50	100	150	F	P
2013	2,22Cb	15,53Bb	14,58Cb	22,22Ba	21,129	0,002
2014	16,66 Ba	40,65Aa	40,4Aa	40,9Aa	1,315	0,336
2015	25,8 Ab	31,87Ab	35,75Ba	36,12Ab	5,519	0,044
F	86,107	23,915	498,907	10,754		
P	0,000	0,001	0,000	0,010		

(A, B, C ; groupes homogènes de facteur dose/ a, b; groupes homogènes de facteur année)

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs pour l'évaluation de l'effet des doses de lâchers sur le taux de parasitisme des chenilles de *E.ceratoniae* observées des dattes collectées du sol durant les trois années de suivi (Tab. 26), font ressortir des différences significatives entre les doses et entre les années. En effet, les essais de lâchers effectués en 2013 dans les blocs traités et non traités révèlent des différences significatives entre les blocs avec un  $F= 21,129$  et  $p =0,002$ . Tandis que durant l'année 2014 aucune différence n'est y établie ( $F=1,315$ ,  $p=0,336$ ), cependant, une faible différence est enregistrée durant l'année 2015( $F=5,519$ ,  $p=0,044$ ). De ce fait, le même test suggère la présence de 3 groupes homogènes dont le groupe **A** est représenté par les taux de parasitisme estimés en 2014 pour les parcelles traitées par 100 et 150 individus, ainsi les taux enregistrés durant l'année 2015 dans la parcelle non traitée et les parcelles traitées par 50 et 150 individus. Le groupe **B** est désigné par les parcelles traitées par 50 et 150 individus en 2013, la parcelle non traitée en 2014 et la parcelle traitée par 100 individus en 2015. Alors que, le groupe **C** est représenté par la parcelle non traitée et la parcelle traitée par 100 individus en 2013.

Parallèlement, l'ANOVA de l'effet des années en fonction des doses des lâchers sur l'évolution de taux de parasitisme prouve des différences significatives entre les trois années 2013, 2014 et 2015 dans les blocs non traités et traités par 50, 100 et 150 individus avec respectivement ( $F=86,107$ ,  $p=0,000$ ), ( $F= 23,915$ ,  $p=0,001$ ), ( $F=498,907$ ,  $p=0,000$ ) et ( $F=10,754$ ,  $p=0,010$ ). Le test PLSD de Fisher propose 2 groupes homogènes, un groupe **a** qui est désigné par la parcelle traitée par 150 individus en 2013, toutes les parcelles traitées et non traitées en 2014 et la parcelle traitée par 100 individus en 2015. Le groupe **b** est représenté par les parcelles non traitée et celle traitée par 50 individus en 2013, ainsi, les parcelles non traitées et traitées par 50 et 150 individus en 2015.

**Tableau 27:** Comparaison des taux de parasitismes en fonction des doses des lâchers et les années pour les dattes prélevées du régime par le test ANOVA

Dose Année	Non traité	50	100	150	F	P
2013	11,65 Cc	17,8 Cb	27,94 Ca	40,47 Ba	18,047	0,003
2014	47,36 Aa	33,33 Aa	30,66 Bb	42,55 Bb	6,264	0,034
2015	32,72 Bb	27,27 Bb	42,55 Aa	41,77 Aa	227,995	0,000
F	361,944	176,628	178,993	6,601		
P	0,000	0,000	0,000	0,031		

(A, B, C ; groupes homogènes de facteur dose/ a, b, c ; groupes homogènes de facteur année)

De même, les analyses de la variance pour l'évaluation de l'effet des doses des lâchers de *P.flavitestacea* sur les taux de parasitisme des chenilles de *E.ceratoniae* observées des dattes prélevées des régimes au niveau des parcelles traitées et non traitées mentionnées dans le tableau 27, montrent des différences significatives entre les doses des lâchers et entre les années de suivi. Donc, nous constatons qu'il existe des différences significatives entre les taux de parasitisme de la parcelle non traitée et les parcelles traitées et les différentes doses des lâchers (50, 100 et 150) durant les années 2013, 2014 et 2015 avec ((F=18,047, p=0,003), (F= 6,264, p=0,034) et (F=227,995, p=0,000)) respectivement. En effet, il ressort de l'analyse 3 groupes homogènes, dont le groupe **A** est représenté par les taux évalués des parcelles non traitées et traitées par 50 individus en 2014, ainsi par les parcelles traitées par 100 et 150 individus en 2015. Le groupe **B** est désigné par le parasitisme de la parcelle traitée par 150 individus en 2013, les parcelles traitées par 100 et 150 individus en 2014 et la parcelle non traitée et le bloc traité par 50 individus en 2015. Les taux de parasitisme relatifs aux blocs non traités et traités par 50 et 100 individus de parasitoïde sont classés dans le group **C**.

Pour l'effet de l'année sur les taux de parasitisme, des différences significatives ont été notées au sein des blocs non traités et traités par 50, 100 et 150 individus avec respectivement ((F= 361,944, p=0,000), (F= 176,628, p=0,000), (F=178,993, p=0,000) et (F= 6,601, p=0,03)). D'après l'analyse de Fisher, 3 groupes homogènes ont été décelés, le groupe **a** qui est représenté par les taux de parasitisme enregistrés dans les parcelles traitées par 100 et 150 individus au cours de l'année 2013, les parcelles non traitée et traitée par 50 individus en 2014 et durant l'année 2015 pour les parcelles traitées par 100 et 150 individus.

Le groupe **b** est représenté par l'année 2013 dans la parcelle traitée par 50 individus, l'année 2014 au niveau des parcelles traitées par 100 et 150 individus et l'année 2015 où sont classés les taux de parasitisme enregistrés dans les parcelles non traitée et traitées par 50

individus. Le taux de parasitisme révélé dans la parcelle non traitée durant l'année 2013 est classé dans le groupe **c**.

**Tableau 28:** Comparaison des taux de parasitisme des dattes prélevées du sol et du régime en fonction des doses par le test ANOVA

Dose \ Année	T	50	100	150
S 2013	2,22 F	15,53C	14,58F	22,22C
R 2013	11,65 E	17,8 C	27,94 E	40,47 B
S 2014	16,66 D	40,65A	40,4B	40,9 B
R 2014	47,36 A	33,33 A	30,66 D	42,55 B
S 2015	25,8 C	31,87AB	35,75 C	36,12 AB
R 2015	32,72 B	27,27 B	42,55 A	41,77 A
F	131,698	28,514	310,756	8,636
P	0,000	0,000	0,000	0,001

(A, B, C, D, E, F ; groupes homogènes de facteur dose)

L'analyse statistique fait ressortir des différences significatives entre les taux de parasitisme estimés des dattes prélevées du sol et celles prélevées des régimes dans les parcelles non traitée et traitées et entre les doses des lâchers de parasitoïde en fonction des années de suivi (Tab. 28). Dont la valeur de  $F=131,698$  et  $p=0,000$  dans la parcelle non traitée,  $F=28,514$  et  $p=0,000$  dans la parcelle traitée par 50 individus,  $F=310,756$  et  $p=0,000$  dans la parcelle traitée par 100 individus et  $F=8,636$  et  $p=0,001$  dans la parcelle traitée par 150 individus. En effet, 7 groupes homogènes sont formés, groupe A qui est représenté par le taux de parasitisme évalué à partir des dattes prélevées du sol dans la parcelle traitée par 50 individus en 2013, des dattes prélevées des régimes dans la parcelle non traitée et traitée par 50 individus en 2014 et des dattes prélevées des régimes dans les parcelles traitées par 100 et 150 individus.

Le groupe AB est représenté par les taux de parasitisme décelés sur les dattes prélevées du sol dans les parcelles traitées par 50 et 150 individus en 2015. Les taux estimés des dattes collectées du sol en 2013 de la parcelle traitée par 150 individus, des dattes collectées du sol en 2014 des parcelles traitées par 100 et 150 individus, des dattes prélevées des régimes dans la parcelle traitée par 150 individus en 2014 et dans la parcelle non traitée et traitée par 50 individus en 2015, sont classés dans le groupe B.

Le groupe C est représenté par les taux enregistrés à partir des dattes collectées du sol et du régime dans la parcelle traitée par 50 individus en 2013 et les dattes collectées du sol dans

les parcelles non traitée et traitée par 100 individus. Les taux issus du des dattes collectées du sol dans la parcelle non traitée en 2014, des dattes prélevées du régime dans la parcelle traitée par 100 individus en 2014 sont classés dans le groupe D.

Le groupe E est représenté par les taux de parasitisme enregistrés à partir des dattes prélevées du régime de la parcelle non traitée et la parcelle traitée par 100 individus en 2013. Les taux de parasitisme évalués à partir de l’analyse des dattes prélevées du sol dans la parcelle non traitée et la parcelle traitée par 100 individus durant l’année 2013 sont classés dans le groupe F.

**Tableau 29:** Comparaison des taux de parasitisme des dattes prélevées du sol et des régimes en fonction des années par le test ANOVA

Année / Dose	2013	2014	2015
TS	2,22 C	16,66 B	25,8 A
TR	11,65 C	47,36 A	32,72 B
DS 50	15,53D	40,65A AB	31,87C
DR 50	17,8 D	33,33 AB	27,27 D
DS 100	14,58D	40,4A	35,75 B
DR 100	27,94 D	30,66 B	42,55A
DS 150	22,22C	40,9 AB	36,12 B
DR 150	40,47 A	42,55A	41,77A
F	25,933	2,240	43,782
P	0,000	0,117	0,000

(A, B, C, D; groupes homogènes de facteur Année)

Les résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs pour l'évaluation de l'effet du temps (année) sur l'évolution des taux de parasitisme estimés à partir des dattes prélevées du sol et du régime après les lâchers de *P.flavitestacea* (Tab.29), montrent des différences significatives entre les doses des lâchers effectués durant la même année et entre les différentes années de l'essai pour l'année 2013 et 2015 (F= 25,933, p=0,000 et F= 43,782, p=0,000) respectivement. Cependant, durant l'année 2014, les résultats de l'évaluation du parasitisme ne montrent aucune différence entre les parcelles traitées et non traitées et quelque soit la nature des dattes échantillonnées (p= 0,117).

L'analyse indique la présence de 5 groupes homogènes, dont le groupe A est formé par les dattes prélevées du sol dans la parcelle non traitée et les dattes prélevées des régimes de la parcelle traitée par 100 et 150 individus en 2015, les dattes prélevées du sol dans la parcelle



traitée par 100 individus en 2014 et durant les années 2013, 2014 et 2015 au niveau des dattes prélevées des régimes dans la parcelle traitée par 150 individus. Le groupe AB est représenté par l'année 2014 dans les taux estimés de dattes prélevées du sol dans la parcelle traitée par 50 individus et celles prélevées du régime dans la même parcelle, ainsi des dattes prélevées du sol dans la parcelle traitée par 150 individus. Tandis que, les dattes prélevées du sol dans la parcelle non traitée en 2014 et celle prélevée des régimes de la même parcelle en 2015. Les taux de parasitisme évalués des dattes prélevées du régime traitées par 100 individus en 2014 et celles traitées par 100 et 150 individus en 2015 sont classés dans le groupe B.

Les taux estimés des dattes prélevées du sol et du régime dans la parcelle non traitée et la parcelle traitée par 150 individus en 2013, ainsi les dattes prélevées du sol de la parcelle traitée par 50 individus en 2015, formant le groupe C. Le groupe D est représenté par les dattes prélevées du sol et du régime au niveau des parcelles traitées par 50 et 100 individus en 2013 et les dattes prélevées des régimes de la parcelle traitée par 50 individus en 2015.

Au vu des résultats obtenus, il apparaît que les doses des lâchers adoptés ont un effet positif sur l'évolution du taux de parasitisme notamment durant l'année de l'application des lâchers et également au cours du temps. En effet, les taux moyens de parasitisme enregistrés durant l'année des lâchers (2013), montrent des différences entre les parcelles traitées et non traitées ainsi entre les doses dont les doses les plus fiables sont 100 et 150 individus/décade. Le suivi de l'activité de parasitoïde deux années après les lâchers (2014 et 2015), affirme la présence précoce et la large distribution du parasitoïde dans les parcelles traitées et non traitées quelque soit la dose de lâcher.

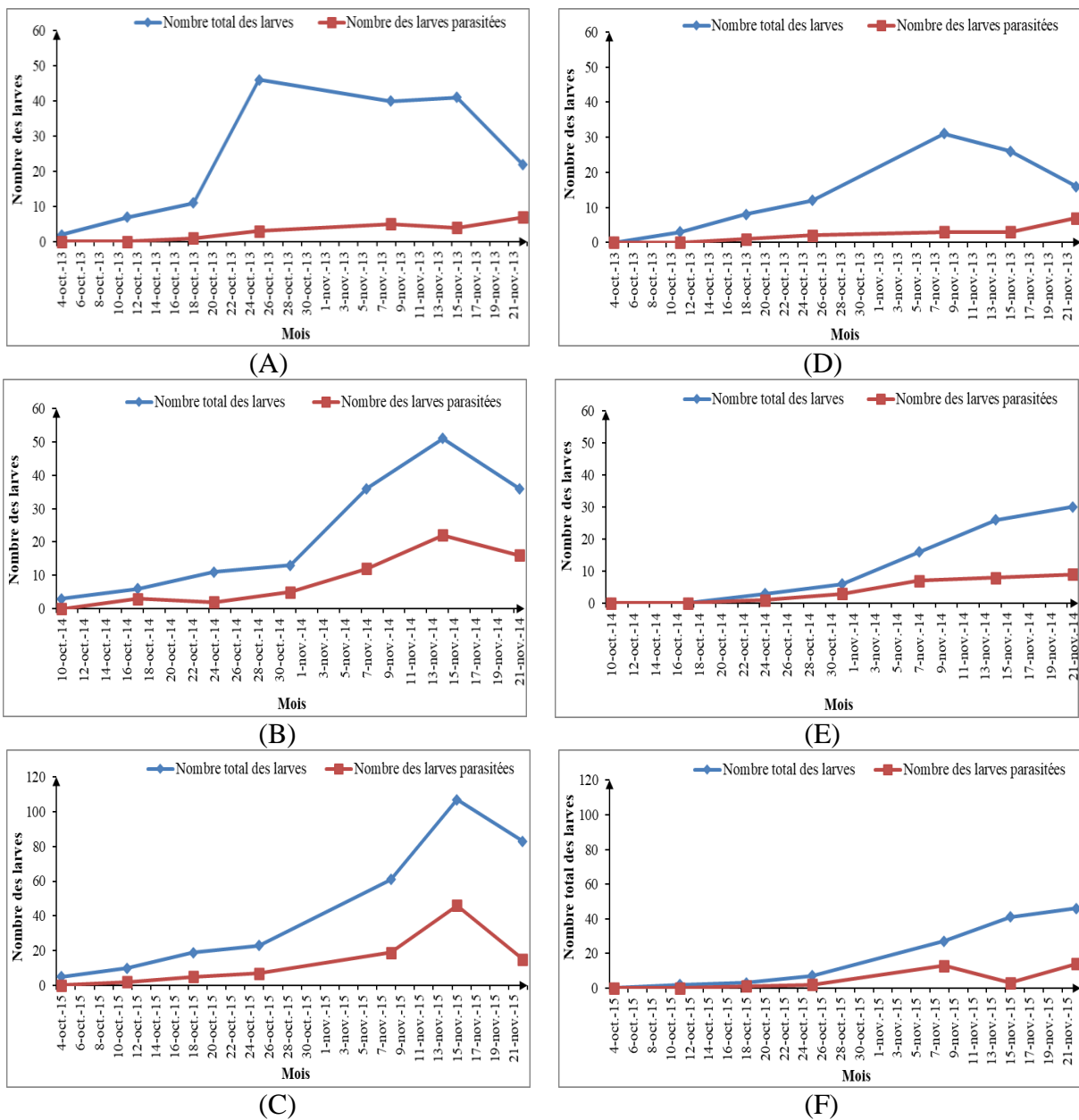
### **2.3.2. Effet des doses des lâchers sur l'évolution du nombre des larves parasitées à partir des dattes prélevées du sol et du régime durant les années 2013, 2014 et 2015**

Les figures 43, 44 et 45 montrent l'évolution hebdomadaire de nombre total des larves et le nombre des larves parasitées à partir des dattes prélevées du sol et des régimes dans les parcelles traitées par les doses 50, 100 et 150 individus de parasitoïde durant les trois années d'étude. En effet, nous constatons que les nombres totaux des larves évoluent simultanément et proportionnellement avec le nombre des larves parasitées soit pour les larves issus d'échantillonnage du sol ou des régimes et pour toutes les doses des lâchers effectuées.

Effectivement, nous remarquons que le nombre total des larves de la pyrale de dattes est supérieur de nombre des larves parasitées durant les années de suivi dont les valeurs maximales sont enregistrées au cours de la récolte. Pour les parcelles traitées par la dose de 50 individus durant l'année 2013 (fig. 43 A et D), nous observons que l'infestation et le nombre des larves parasitées augmentent progressivement au cours du mois d'octobre, un abaissement du nombre total des larves est constaté. Cependant, le nombre des larves parasitées augmente à la récolte dans les dattes prélevées du sol et du régime avec 7 larves parasitées.

Alors que, nous remarquons durant l'année 2014 que les deux courbes prennent la même allure pour les larves trouvées dans les dattes chutées en formant un pic le 14 octobre 2014 avec 51 larves dont 22 larves sont parasitées (fig.43 B). En revanche, le nombre total des larves et les larves parasitées estimés des dattes prélevées des régimes augmentent progressivement et de la même façon pour atteindre son maximum à la récolte par 30 larves dont 9 sont parasitées (Fig.43 E).

En 2015, les deux courbes prennent la même allure pour les larves trouvées dans les dattes chutées en évoluant progressivement jusqu' à ce qu'ils atteignent un pic le 14 octobre 2014 avec 51 larves dont 22 larves sont parasitées. En outre, le nombre total des larves et des larves parasitées estimés des dattes prélevées des régimes s'accroissent progressivement pour atteindre son maximum à la récolte avec un nombre de 46 larves dont 14 larves sont parasitées (Fig.43 F).



**Figure 43:** Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par *P.flavitestacea* dans les blocs traités par 50 individus. ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées des régimes en 2013,2014 et 2015)).

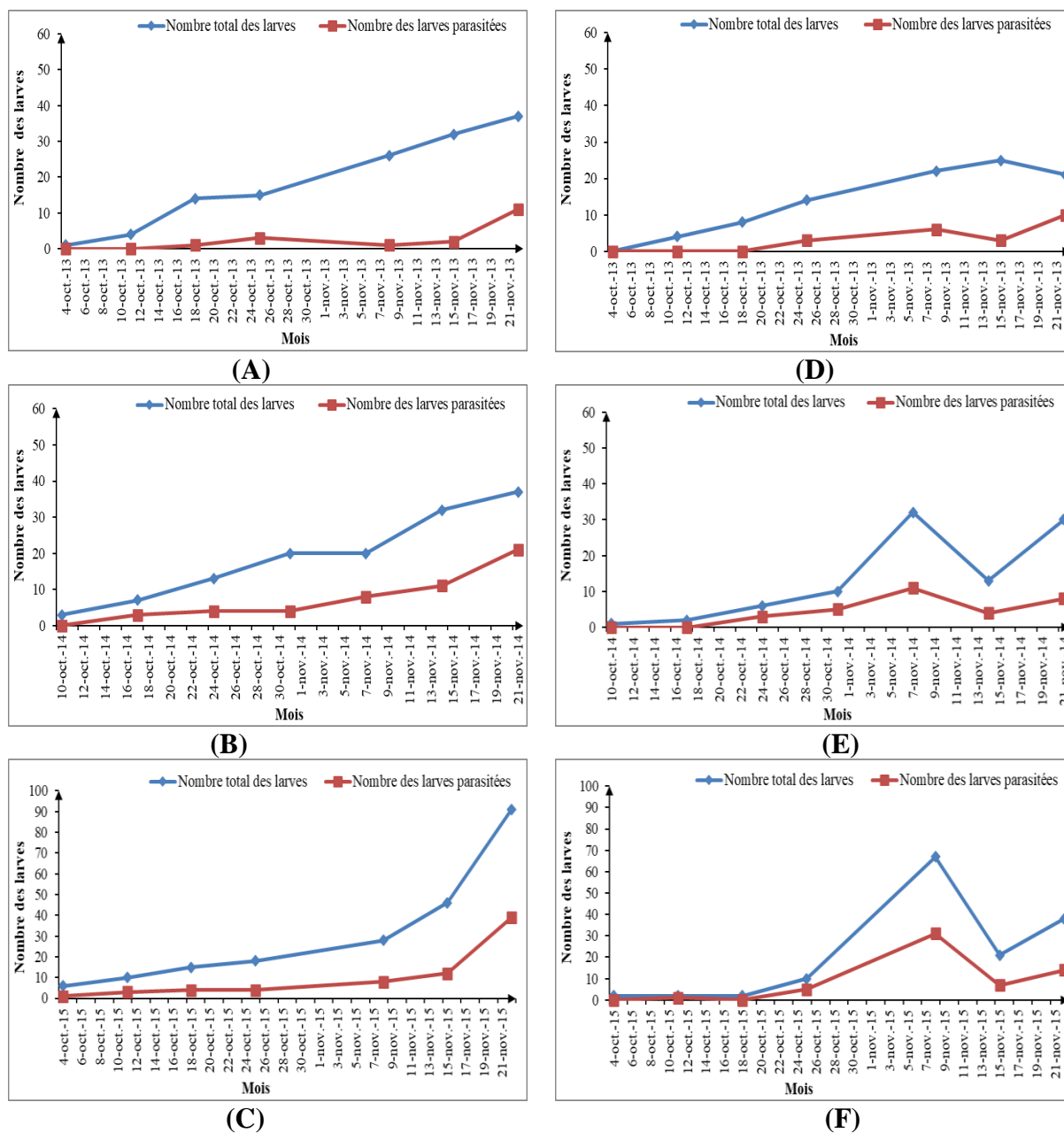
De même, les graphes tracés à partir des évaluations de nombre total des larves et les larves parasitées dans la parcelle traitée par la dose 100 individus durant l'année 2013, ont la même forme et évoluent conjointement dans lesquels, le nombre des larves et les larves parasitées issus des dattes chutées augmentent graduellement pour atteindre son maximum à la récolte (37 larves contre 11 parasitées) (Fig.44 A). Par contre, à la récolte, nous remarquons que le nombre des larves et les larves parasitées issus des dattes prélevées des régimes connus une récession dans le nombre total des larves. Tandis que, un accroissement du nombre des larves parasitées est enregistré.

En 2014, le nombre des larves et les larves parasitées issus des dattes chutées et les dattes prélevées des régimes augmentent graduellement, un maximum de nombre total des larves et les larves parasitées sont enregistrés à la récolte avec un nombre de 37 larves dont 21 parasitées (sol) et 30 larves dont 8 parasitées (régime) (Fig. 44 B et E).

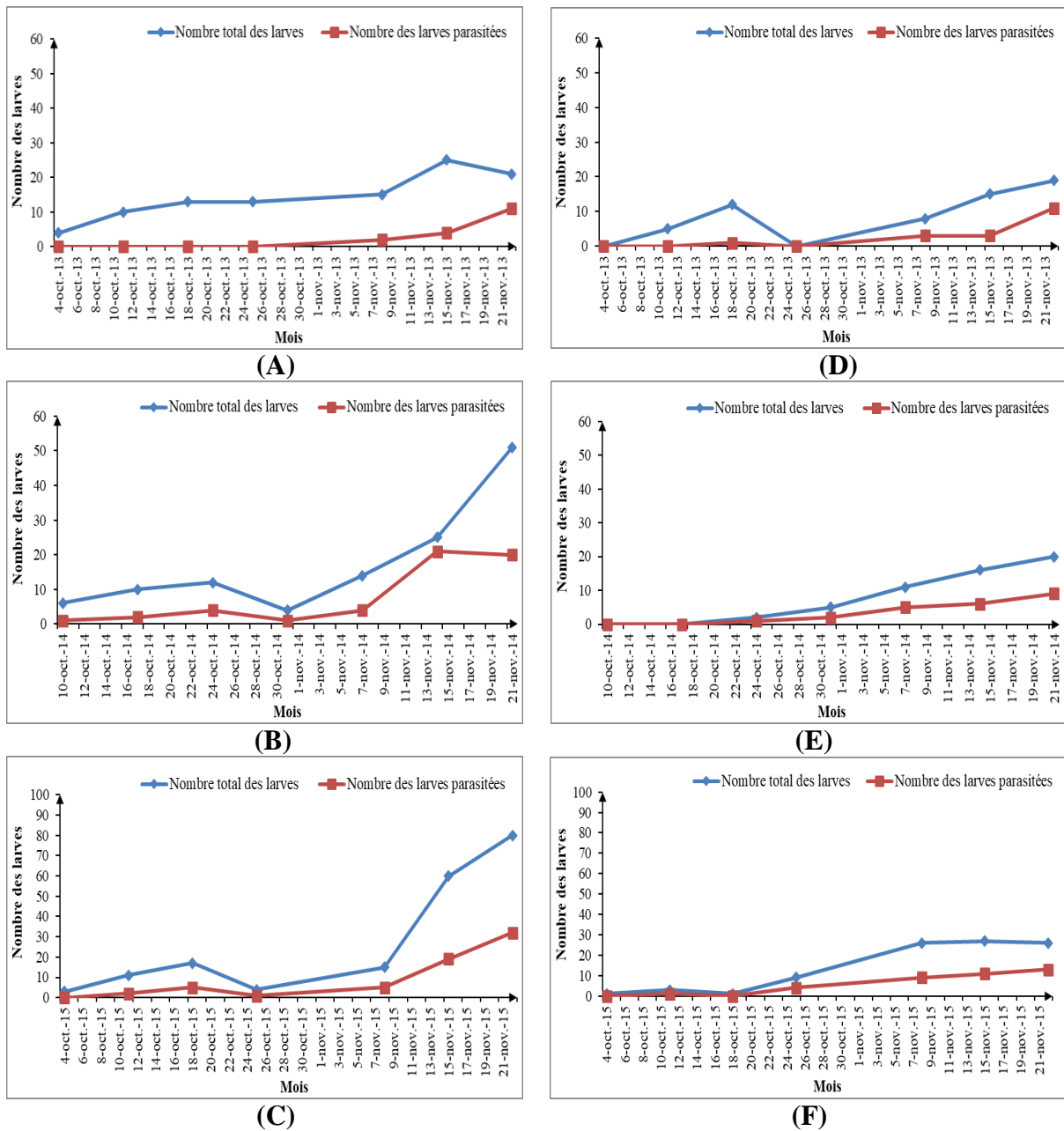
Pour l'année 2015, nous observons que l'infestation et le nombre des larves parasitées issus du sol augmentent progressivement pour atteindre son maximum à la récolte avec 91 larves dont 39 sont parasitées. Bien que, le nombre des larves et les larves parasitées issus des dattes prélevées des régimes accroissent graduellement pour atteindre son maximum le 8 novembre 2015 avec un nombre de 67 larves dont 31 sont parasitées, puis ce nombre diminue et il augmente à nouveau pendant la récolte avec un nombre de 38 larves dont 14 sont parasitées (Fig. 44 D et F).

Les évaluations de l'infestation et du parasitisme effectuées dans les parcelles traitées par 150 individus montrent que durant l'année 2013, le nombre total des larves et les larves parasitées estimés des échantillons collectés du sol et des régimes évoluent progressivement jusqu'à ce qu'ils atteignent leurs maximums avec 21 larves dont 11 larves parasitées des dattes du sol et 19 larves/11 larves parasitées des dattes des régimes (Fig. 45 A et D).

De même pour l'année 2014, nous notons que le nombre total des larves et les larves parasitées estimés des dattes collectées du sol et des régimes augmentent graduellement pour atteindre ses valeurs maximales à la récolte (51 larves/20 larves parasitées des dattes du sol et 20 larves/9 larves parasitées des dattes des régimes (Fig. 45 B et E).



**Figure 44:** Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par *P.flavitestacea* dans les blocs traités par 100 individus. ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées du régime en 2013,2014 et 2015)).



**Figure 45:** Evolution hebdomadaire de nombre total des larves en fonction des larves parasitées par *P.flavitestacea* dans les blocs traités par 150 individus. ((A, B, C : dattes prélevées du sol en 2013, 2014 et 2015) et (D, E, F : dattes prélevées des régimes en 2013,2014 et 2015)).

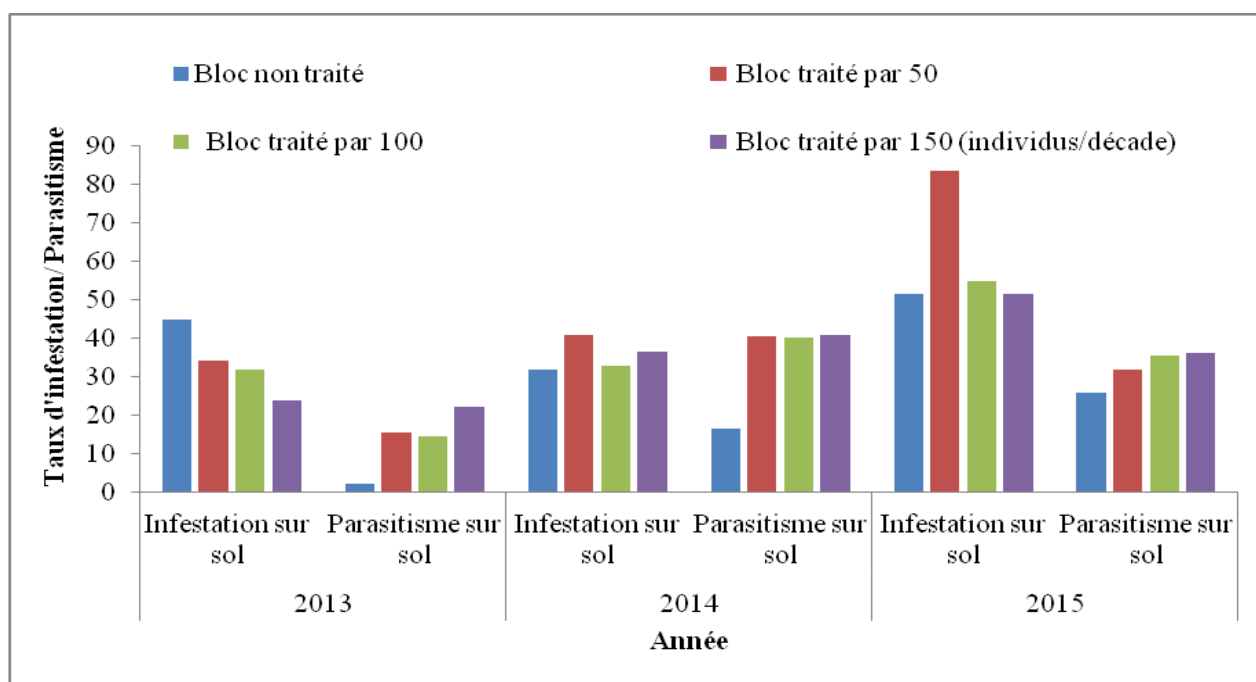
En 2015, le nombre total des larves et les larves parasitées estimés des échantillons collectés du sol et des régimes évoluent progressivement pour atteindre leurs maximums à la récolte (80 larves/32 larves parasitées des dattes du sol et 26 larves/13 larves parasitées des dattes des régimes. En somme, quelque soit la nature des dattes échantillonnées, le nombre le plus faible des larves parasitées est celui enregistré durant l'année 2013 dans les parcelles traitées par 50 individus, au fur à mesure du temps, le nombre des larves parasitées augmente dans les parcelles traitées par les différentes doses dont le nombre maximal des larves parasitées est enregistré à la récolte (Fig. 45 C et F).

### **2.3.3. Variation des taux moyens d'infestation et de parasitisme dans les blocs traités et non traités en fonction des années 2013, 2014 et 2015**

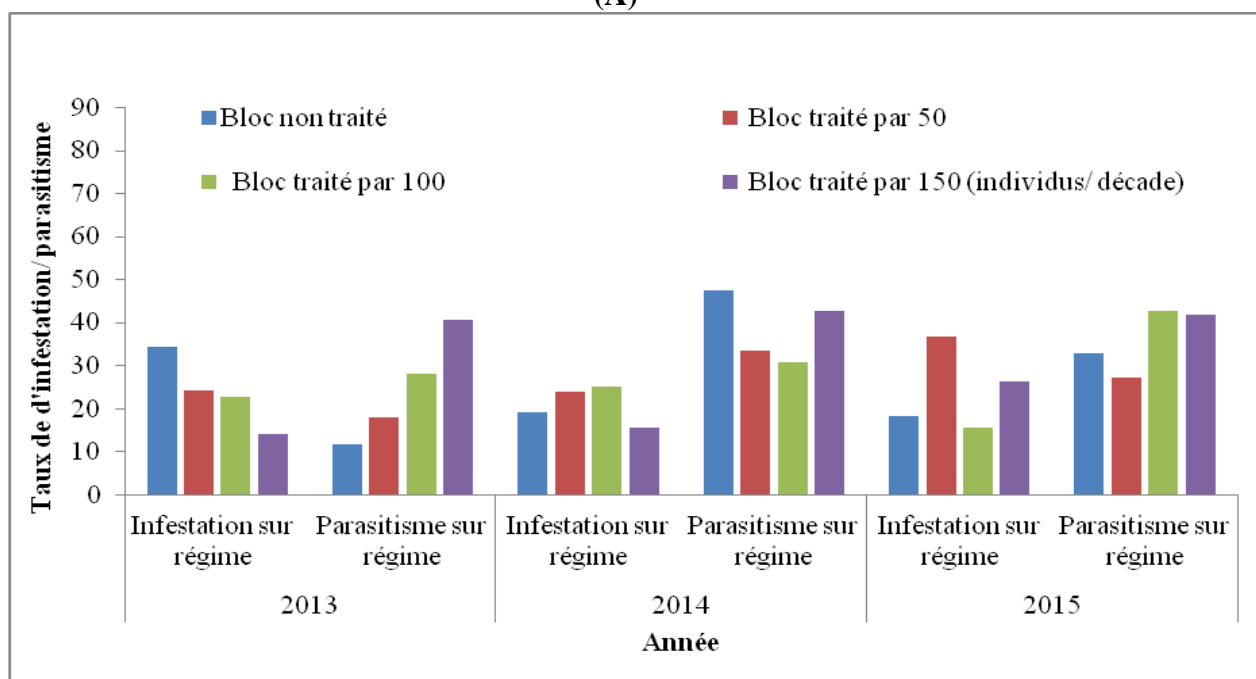
La figure 46, présente l'effet de différentes doses des lâchers de *P. flavitestacea* sur l'infestation des dattes prélevées du sol et des régimes en fonction des années. Les résultats relatifs aux dattes prélevées du sol (Fig. 46 A), montrent qu'en 2013, l'infestation fluctue d'un bloc à l'autre, dont le taux moyen le plus élevé est enregistré dans le bloc non traité (45%) et le taux le plus faible est noté dans le bloc traité par 150 individus (24%), en parallèle, le taux moyen de parasitisme le plus élevé est enregistré dans le bloc traité par 150 individus (22,22%) et le plus faible est observé dans le bloc non traité avec 2,22%.

Toute fois, en 2014, l'infestation a diminué dans le bloc non traité enregistrant un taux de 32%, par contre une augmentation de taux de parasitisme est enregistrée (16,66%). Le taux moyen d'infestation le plus élevé durant cette année est noté dans le bloc traité par 50 individus avec un taux de 51%. Alors que le taux moyen de parasitisme le plus élevé est noté dans le bloc traité avec 150 individus (40,9%).

En effet, l'année 2015 est caractérisée par une infestation élevée, constatée dans tous les blocs dont la plus élevée est enregistrée dans le bloc traité par 50 individus avec un taux de 83,66% et les taux les plus faibles sont révélés dans le bloc non traité et traité par 150 individus avec un taux commun de 51,66%. Conjointement, les taux de parasitismes les plus élevés sont enregistrés dans les blocs traités par 100 et 150 avec des taux de 35,75 et 36,66% respectivement, et le taux le plus faible est noté dans le bloc non traité (25,8%).



(A)



(B)

**Figure 46:** Effet des doses de *Phalerotoma flavitestacea* sur le taux moyen d’infestation des dattes par *E. ceratoniae* au cours les années 2013, 2014 et 2015. (A : dattes prélevées du sol et B : dattes prélevées des régimes).

Par ailleurs, les résultats obtenus des échantillons de dattes prélevées des régimes (Fig. 46 B) montrent que durant l’année 2013, le niveau d’infestation le plus élevé est décelé dans le bloc non traité (34,33%) et le plus faible dans le bloc traité par 150 individus (14%), cependant, le niveau de parasitisme le plus élevé est enregistré dans le bloc traité par 150 individus (40,47%) et le plus faible dans le bloc non traité (11,65%).



En 2014, le niveau d'infestation le plus élevé est décelé dans le bloc traité par 100 individus (25%) et le plus faible est constaté dans le bloc non traité (19%). Alors que, le niveau de parasitisme le plus élevé est enregistré dans le bloc non traité (47,36) et le plus faible y est enregistré dans le bloc non traité (11,65%). En ce qui concerne l'année 2015 nous remarquons que le taux d'infestation le plus élevé est enregistré dans le bloc traité par 50 individus avec 36,66% et le plus faible y est constaté dans le bloc traité par 100 individus avec un taux moyen de 15,66%. Tandis que, le niveau de parasitisme le plus élevé est noté dans le bloc traité par 100 individus avec un taux moyen de 42,55% et le plus faible y est enregistré dans le bloc traité par 50 individus avec 27,27%.

D'après ces résultats, on peut déduire que les doses de lâcher de *P.flavitestacea* adoptées et appliquées en 2013 *in situ* ont pu efficacement réduire l'infestation (estimée des dattes prélevées du sol et des régimes), en comparant les taux obtenus de bloc non traité et traité, ainsi vis-à-vis les taux de parasitisme qui s'accroissent proportionnellement avec les doses de lâcher dont les doses de 100 et 150 individus ont contribué à des niveaux élevés du parasitisme. Egalement, nous constatons l'établissement de parasitoïde dans les différents blocs avec la présence élevée du parasitisme dans le bloc non traité durant les années 2014 et 2015 avec la réduction de niveau d'infestation enregistré en 2013. De plus, des niveaux de parasitisme élevés sont constatés durant les années 2014 et 2015 assurant que le parasitoïde reste actif dans le site, malgré qu'il n'y avait pas un renouvellement des lâchers.

#### **2.3.4. Persistance de parasitoïde *P. flavitestacea* au sein de la palmeraie après les lâchers**

Les données résumées dans le tableau 30 ont montré que après une année de l'exécution des lâchers, le niveau de parasitisme évalué des dattes chutées a relativement augmenté par un taux de 20,67% dans le bloc traité par 50 individus, de 23,49% dans le bloc traité par 100 individus et de 16,29% dans le bloc traité par 150 individus. Concernant le niveau de parasitisme évalué des dattes prélevées des régimes, une augmentation de 12,9 % est établie dans le bloc traité par 50 individus, 8,66% dans le bloc traité par 100 individus et 1,69% dans le bloc traité par 150 individus pendant les années 2014 et 2015.

**Tableau 30:** Persistance de parasitoïde après les lâchers

		Persistance parasitaire en %					
		Dattes prélevées du sol			Dattes prélevées des régimes		
Dose	Année	50	100	150	50	100	150
	2013						
	2014	20,67	23,49	16,29	12,9	8,66	1,69
	2015						

Nos résultats montrent que les lâchers de *P.flavitestacea* réalisés en 2013 ont contribué efficacement à réduire l'infestation soit celle estimée à partir des dattes prélevées du sol ou des régimes dans le site d'étude (Tab. 31). En effet, nous constatons que le niveau d'infestation chez les dattes collectées du sol dans le bloc traité par la dose de 50 individus a pu diminuer le taux d'infestation par un taux de 29,35%. Alors que la dose de 100 individus a pu réduire le niveau d'infestation par un taux de 30,24% et de 150 individus a réduit l'infestation par un taux de 33,08%. De même, pour les taux estimés des dattes prélevées des régimes, les taux d'infestation ont été réduits par des taux de 26,13% dans le bloc traité par 50 individus, de 33,72% au niveau du bloc traité par 100 individus et de 41,59% pour le bloc traité par 150 individus.

**Tableau 31:** Efficacité parasitaire des doses des lâchers en fonction des années.

Année	Dose	Taux moyen d'infestation (%)		Taux moyen d'efficacité parasitaire (%)	
		Dattes prélevées du sol	Dattes prélevées des régimes	Dattes prélevées du sol	Dattes prélevées des régimes
2013	50	53	28,33	29,35	26,13
2014					
2015					
2013	100	40	21,1	30,24	33,72
2014					
2015					
2013	150	37,44	18,66	33,08	41,59
2014					
2015					

# **Chapitre 4 : Discussion**

Le secteur du palmier dattier constitue une des ossatures prépondérantes de l'économie algérienne, des efforts considérables sont alors déployés pour accroître la production et améliorer la qualité des dattes produites. La phoeniciculture est très encouragée vu le rôle important qu'elle joue dans la valorisation des zones arides. En effet, cette spéculation a connu un ressort remarquable ces dernières années notamment en raison des nouvelles ouvertures de marchés d'exportation de la variété noble Deglet Nour vers les pays européens et du Moyen Orient.

Malheureusement, l'aspect phytosanitaire reste le facteur le plus limitant qui pourraient affecter les performances de ce secteur. La pyrale des dattes constitue le ravageur le plus redouté des palmeraies algériennes, l'importance économique de *Ectomyelois ceratoniae* la place en second rang après le Bayoud (Doumandji-Mitiche, 1977).

De ce fait, plusieurs études ont été menées pour dévoiler les caractéristiques biologiques et écologiques de ce ravageur et ses différentes interactions avec son milieu naturel, en vue de mettre au point des méthodes alternatives de lutte.

La surveillance et l'inspection régulière des palmiers tout au long de la saison phoenicicole par l'installation des pièges sexuels permettent la détection précoce de la pyrale des dattes par conséquent une utilisation rapide et efficace des intrants de lutte. En effet, le piégeage sexuel des papillons mâles de *E. ceratoniae* reste la méthode la plus fiable et qui peuvent potentiellement les attirer de loin. Quoique, les pièges à phéromone permettent simplement un suivi de l'évolution du vol (début, pic et fin de vol). Ils ne sont pas conçus pour donner le niveau de pression (Bodilis, 2014). D'après les résultats de piégeage durant les trois ans d'étude, la pyrale des dattes se présente perpétuellement dans les palmeraies avec des variations extrêmes d'effectifs enregistrant trois périodes de vol distincts. Nous avons enregistré la présence de trois générations chevauchantes de la pyrale. Une première génération hiverna-printanière issue de vol des adultes observé des mois février, mars, avril et mai, puis succédée par une deuxième génération estivale juin, juillet et août), une troisième génération estiva-automnale (août, septembre, octobre, novembre et décembre).

Ces résultats sont obtenus également par Mehaoua (2014) ; Bensalah (2015) ; Lebbouz (2017), remarquent que la pyrale des dattes présente un vol permanent durant toute l'année avec trois fréquences importantes qui correspondent à trois générations, une génération printanière, une deuxième génération estivale et une troisième génération automnale. Cependant, les travaux de Doumandji (1981), montrent quatre générations dans des conditions optimales. De même, Lebdi-Grissa et Ben Ayed (2005), affirment la succession de quatre générations de la pyrale de datte à Tastour (Tunisie). En revanche, dans les vergers de grenadiers de la région d' Aegean (Ouest de la Turquie), les adultes de *E. ceratoniae* se présentent, entre mai et novembre avec un seul pic enregistré le mois d'août (Yildirim et Baspinar, 2015).

Les populations de la pyrale de datte semblent fortement influencées par les conditions environnementales. Certains facteurs du milieu agissent de manière directe : le climat, notamment la température et l'humidité relative, ont un impact direct sur l'activité de l'insecte, sa survie et son développement qui se traduit globalement par une diminution ou allongement de la durée du développement, aussi bien embryonnaire que larvaire et donc sur celle du cycle biologique complet. (Hodges *et al.*, 2003 ; Premachandra *et al.*, 2004 ; Simelane, 2007 ; Obame Minko, 2009). Mêmement, Gagnon *et al.*, (2013), signalent que les insectes et les agents pathogènes dépendent de la température, leur succès reproducteurs ainsi que leur vitesse de développement sont extrêmement liés à l'humidité. La connaissance de ces variations saisonnières est en effet un préalable incontournable à la mise sur pied de campagne de lutte contre la pyrale des dattes à grande échelle.

Ceci peut expliquer les variations importantes d'effectifs de *E. ceratoniae* qu'elles connaissent au cours de l'année. Effectivement, Mehaoua (2014) ; Bensalah (2015), ont révélé que la température semble être le principal facteur responsable des fluctuations des effectifs de *E. ceratoniae*. Donc, la pyrale des dattes ne se développe qu'entre certaines limites thermiques appelées températures effectives de développement, qui varient selon le stade de développement. Conséquemment, le *E. ceratoniae* peut se développer dans un intervalle de température compris entre 20°C et 35°C en passant par un optimum thermique de 30°C qu'est un niveau thermique optimal pour le développement des chenilles de *E. ceratoniae* (Cox, 1976).

Au regard des résultats des différents sites où la dynamique des populations de *E. ceratoniae* a été étudiée, ces fluctuations se sont révélées extrêmement marquées et assez similaires d'un site à l'autre, tant par leur amplitude que par leur allure général.

La densité de population de *E. ceratoniae* persiste faible pendant la saison hivernale durant les trois ans de piégeage, cela est dû probablement à l'abaissement des températures. Donc, nous ne constatons que seules les températures basses des températures maximales et moyennes ayant une forte corrélation avec l'activité du vol des mâles de *E. ceratoniae*, néanmoins, l'humidité relative moyenne n'exerce aucun effet pendant l'hiver. En effet, au cours de cette période, les chenilles restent actifs, mais leurs développement est ralenti et les vols des papillons n'intervient que tard du mois d'avril à mai (Doumandji, 1981). Ainsi que, les adultes de la pyrale des dattes ne peuvent pas voler lorsque la température moyenne est au dessous de 14°C (Gonzalez, 2003). Il semble donc que les températures basses en hiver dans la région de Biskra limitent l'émergence et le développement de l'*Ectomyelois ceratoniae* (Mehaoua, 2014).

Une brusque remontée des températures durant le printemps favorise l'élévation d'effectif des mâles de la pyrale dont les températures maximales, moyennes et l'humidité relative moyenne sont corrélées avec l'abondance des papillons dans les palmeraies. Les températures et l'humidité modérées de printemps semblant idéales pour la reprise de l'activité des chenilles et accomplissant leurs cycles jusqu'à l'émergence des adultes. En effet, les larves sont poïkilothermes, c'est-à-dire qu'en tant qu'animaux à sang froid elles sont dépourvus de régulation thermique et donc entièrement dépendantes des conditions climatiques. La vitesse de leur développement est donc bien souvent proportionnelle à la dose de chaleur reçue (exprimée en degrés-jour) (Kocmánková *et al.*, 2008), donc la température a un impact déterminant sur les émergences des adultes (Lambret, 2010). Alors que, Mehaoua, (2014), précise que les températures printanières sont optimales pour le développement de la pyrale, les températures extrêmes n'ont aucun effet sur la population d'*Ectomyelois ceratoniae*.

Les températures élevées de la saison estivale s'avérées défavorable au développement des chenilles ainsi que l'émergence imaginale ce qui explique l'effectif faible des papillons capturés durant l'été, néanmoins, l'humidité relative moyenne est corrélée avec la densité de la pyrale. La température optimale se situe à 24°C, toutefois, à

20 ou 30% d'humidité relative de l'air, par temps de sirocco, vent chaud et sec, les apparitions de papillons sont rares, l'optimum se situe au environ de 60% d'humidité relative (Doumandji, 1981). Dans ces conditions, les températures élevées semblent avoir un impact négatif sur l'abondance de la population d'*E. ceratoniae* (Mehaoua, 2014). Apparemment, la fréquence et l'amplitude des pics de températures sont les principaux facteurs qui déterminent l'impact des températures extrêmes sur les insectes (Sentis, 2012). Si la température est le facteur déterminant des activités vitales de l'insecte, l'humidité est le facteur le plus sensible du fait qu'il dépend d'autres facteurs comme : la température et les précipitations. L'humidité exerce un effet direct sur la survie et la reproduction des insectes, en outre, l'humidité exerce des effets indirects sur les insectes par son influence directe sur la végétation limitant ainsi la distribution des insectes (Ngombo Vangu, 2007).

Les conditions climatiques optimales propices à la prolifération des populations de *E. ceratoniae*, sont vraisemblablement compatibles avec les conditions climatiques qui règnent en saison automnale. Etant donné que le thermopreferendum de *E. ceratoniae* va de 25 à 30°C, la pyrale des dattes s'est retrouvée dans des conditions thermiques et hygrométriques idéales pour la croissance. Pareillement, Lebdi-Grissa et Ben Ayed (2005), affirment que les conditions climatiques sont favorables au développement d'*E. ceratoniae* (la température moyenne étant de 24°C) durant cette période. De même Mehaoua (2014), rapporte que les températures moyennes pendant le mois d'octobre paraissent optimales pour l'accroissement de la population de l'*E. ceratoniae*.

En effet, la croissance rapide des populations observée entre le mois de septembre et le mois d'octobre serait également influencée par des facteurs trophiques dont il apparaît que la présence des dattes en maturité est indispensable au développement des populations, et ainsi par les fortes capacités reproductives des femelles de *E. ceratoniae*. Alors que, Gagnon (2013), confirme que l'interaction plante-insecte ravageur, les cycles saisonniers des insectes herbivores et de leur plante hôte sont fortement liés et une simple modification de la température pourrait altérer le synchronisme plante-hôte et ainsi augmenter ou diminuer les dommages causés à la plante.

Selon, Bensalah (2015), le troisième pic enregistré durant le mois d'octobre en coïncidant avec le stade Tmar (datte à maturité) où les températures sont optimales pour le

développement maximal des papillons. C'est la troisième génération la plus redoutable, rajoute le même auteur.

Quant à la chute des densités observées à partir du mois de novembre, elle résulterait notamment de l'abaissement brusque des températures. Ces basses températures durant le mois de novembre et décembre, semblent jouer un rôle important sur la réduction de l'effectif de la pyrale en automne dans la région de Biskra (Mehaoua, 2014). Wertheimer (1958), a rapporté que le plus grand nombre des chenilles issues du troisième vol surprises par le rafraîchissement automnal ralentissent leurs activités biologiques et restent dans les fruits sans tenter de sortir, il n'y a pas désormais d'autres vols jusqu'au printemps suivant. Il précise également que quelques individus seulement terminent leur transformation en papillon dans les hangars de stockage et ont la possibilité de retourner en palmeraie.

Toutefois, nos résultats nous permettent d'émettre l'hypothèse que les variations saisonnières des populations naturelles de *E. ceratoniae* sur le dattier résultent davantage des variations des températures, d'humidité relative et d'attraction alimentaire, dont ces facteurs agissent simultanément.

Le suivi du taux d'infestation des dattes retombées au sol et prélevées des régimes par la pyrale de dattes durant trois années consécutives (2012, 2013 et 2014) dans les sites d'étude, a permis de déceler les variations de niveau d'attaque existantes entre les dattes retombées au sol et les dattes prélevées des régimes. Par conséquent, les dattes retombées au sol sont précocement attaquées par rapport aux celles prélevées des régimes et elles sont aussi les plus infestées, dont les taux les plus élevés d'infestation sont enregistrés à la récolte durant l'année 2013 dans le deuxième site d'étude (19,33%). Ces résultats nous mènent sur l'hypothèse que l'infestation des dattes chutées a lieu qu'avant la chute de fruit et que les dattes ne sont pas infester après leurs chutes.

Il est vraisemblable que les dattes attaquées tendent à tomber au sol à cause de la pénétration des larves néonates de *E. ceratoniae* engendrant la fragilité de l'adhérence du périanthe des dattes aux branchettes, en plus, les vents dominants pendant la période automnale favorisant la chute des fruits. De même, notre hypothèse est confirmée par les travaux de Nay et Perring (2005), qui ont constaté que la pyrale de dattes préfère utiliser



les branchettes ciselées (qui sont en stade GF) comme un hôte de reproduction par rapport aux dattes qui tombent sur sol.

Alors que, la détection tardive des infestations des dattes prélevées des régimes, ainsi les faibles taux enregistrés, sont probablement liés à la qualité d'échantillonnage effectuée sur les régimes d'une part et à la protection des dattes par l'ensachage des régimes dans les deux zones d'étude d'autre part. Egalement, les pluies automnales qui peuvent participer aux lessivages des œufs de la pyrale pondus sur les différentes parties de l'arbre.

Parallèlement, les résultats obtenus par Bensalah *et al.*, (2015), ont montré que durant trois années successives d'évaluation du taux d'infestation pendant la période de récolte dans la palmeraie de Magtoufa (Tolga – Biskra – Algérie), les dattes au sol sont les plus infestées avec des taux de (82,89%) 2011, (54,16%) 2012 et (51,16%) 2013 par rapport aux dattes prélevées des régimes (21,26%) en 2011, (11,06%) en 2012 et (20,64%) en 2013.

De même, les dégâts de la pyrale de dattes sont importants au cours des saisons automnales, d'où, un niveau élevé d'infestation est noté chez la variété *Deglet Nour* avec 22% (Hadjeb, 2017). Alors que, Dehliz *et al.*, (2016) ont précisé que le taux d'infestation des dattes par *E. ceratoniae* était de 1,20% dans un échantillon de 1000 dattes prélevées des régimes. Le niveau de dégâts varie d'une année à l'autre en fonction du climat et des cycles de développement et peut atteindre des niveaux élevés et alarmants. En effet, l'infestation des dattes débute au mois de juillet avec des taux faibles, puis elle s'accroît durant le mois d'octobre pour atteindre son maximum au mois de novembre qui est le mois de la récolte.

Conséquemment, les niveaux élevés d'infestation enregistrés des dattes prélevées du sol peuvent probablement participer à la réinfestation des dattes sur palmier par l'émergence des adultes qui peuvent à leur tour agir sur la densité de la génération en cours. En outre, les estimations des niveaux d'attaques à partir des dattes chutées (retombées au sol) peuvent nous informer avec précision sur le taux global d'infestation des palmeraies sans avoir recours aux échantillonnages des dattes des régimes.

Cette variabilité des taux d'infestation des dattes prélevées du sol ou des régimes est aussi enregistrée au niveau des différents stades phénologiques. Des faibles taux moyens d'infestation sont notés au stade grossissement de fruit. Par la suite, ces taux évoluent en début maturité pour qu'ils atteignent son maximum durant le stade maturité complète.

Nous constatons également des fortes corrélations entre les taux d'infestation et les différents stades phénologiques. Conséquemment, les fortes attaques de la pyrale sont observées au stade maturité complète sur les dattes retombées au sol.

En effet, le stade maturité complète (Tmar) est le stade le plus réceptif aux attaques de la pyrale des dattes quelque soit la nature des dattes échantillonnées, l'année et le site d'étude.

Nous résultats sont similaires à ceux trouvés par Labbouz (2017) qui affirme la forte corrélation existante entre les taux de ponte et d'infestation avec l'évolution des stades phénologiques. Le même auteur désigne que le stade Tmar (maturité complète) est le stade le plus infesté quelque soit la variété, le site et l'année d'étude. De même, Warnner et *al.* (1990), notent qu'en Californie, l'infestation de la variété Deglet Nour au stade grossissement de fruit ne se produit sauf s'il y a des pluies étiennes accompagnées des taux d'humidité relative élevés, en été sec. Contrairement à nos résultats d'où nous avons enregistré des attaques par la pyrale de la datte au cours des différents stades phénologiques, Hadjeb (2017), signale que l'infestation commence généralement au début de stade Mratba pour les variétés Deglet Nour et Mech Degla à l'exception de la variété Ghars. De même Dhouibi (1982), montre que les attaques de *E. ceratoniae* sur la datte ne commencent qu'à partir du mois de septembre avec une certaine fréquence. De plus, Zouioueche (2012), rajoute que seule la variété Deglet Nour est infestée en stade début maturité avec un taux de 1,66 %. Cependant, au stade fin maturité, toutes les variétés sont infestées mais avec des variations ; le taux le plus élevé est noté pour Mech Degla (5,41 %), par contre Deglet Nour et Ghars présentent un taux d'infestation similaire (2,92 %).

Wertheimer (1958), prouve qu'aucune chenille n'a pu être découverte sur datte verte ou sur datte jaune et dure. Les premières larves apparaissent au stade du ramollissement et du brunissement de la datte, qui correspond à la diminution de son acidité et au début de la transformation de son amidon en sucre.

Beaucoup des travaux ont été réalisés dans l'étude de la relation entre l'infestation des dattes et l'évolution des stades phénologiques, afin d'expliquer les liens existants entre eux en favorisant le stade maturité complète par le ravageur. Compte tenu de cela, Doumandji, (1981) mentionne que la pyrale exige pour son développement des fruits plus ou moins mûrs et en voie de dessèchement, également Dhouibi (1991), indique que les chenilles frugivores de la pyrale des dattes vivent aux dépens des fruits secs et ceux proches de leur maturité. Zouioueche (2012), montre que l'infestation de Deglet Nour a débuté au stade début maturité puis elle évolue au stade fin maturité est probablement liée avec l'activité maximale d'émergence de la pyrale des dattes par un pic de vol enregistré au mois d'octobre. Le même auteur, ajoute que la pyrale des dattes a trouvé un milieu nutritionnel favorable à l'intérieur des dattes pour son développement au stade début maturité, et cette évolution de taux en stade fin maturité semble être due à la maturité complète des dattes qui sont suivie par un changement radical dans la constitution biochimique des dattes. Conséquemment, au stade Martouba, la teneur en eau diminue, l'amidon des cellules de la pulpe se transforme en sucre et les tanins qui donnent leur saveur âpre aux dattes migrent vers les cellules situées à la périphérie du mésocarpe et se fixent sous une forme insoluble, au stade début maturité, les fruits perdent beaucoup d'eau et deviennent de plus en plus concentrer en sucres (Munier, 1973). Néanmoins, Le taux élevé d'infestation enregistré au stade Tmar par rapport aux autres stades pourrait être du à une variabilité de la composition chimique (métabolites primaires) et des substances volatiles (métabolites secondaires) émises à chaque stade (Lebbouz, 2017). En effet, Les substances volatiles subissent des variations continues au cours du développement de la plante et sont tellement spécifiques, permettent à l'insecte de distinguer entre plante hôte et non hôte et de choisir les stades phénologique et physiologique appropriés à leur développement (Knudsen, 2011).

Le suivie de l'évolution de l'infestation en fonction de la fluctuation hebdomadaire des adultes mâles de la pyrale de dattes durant les trois années consécutives de suivi, prouve l'existence d'une forte corrélation entre les captures et l'activité du ravageur dans les palmeraies. Nous constatons donc que la densité de la population mâle in situ évolue simultanément avec l'infestation des dattes. En outre, la période de vol automnale est la période la plus importante notamment à savoir le nombre élevé des mâles capturés et qui se synchronise avec l'activité intense des femelles qu'y est en résulte les fortes attaques enregistrées sur les dattes à maturité complète (la récolte).

L'activité du ravageur est fortement liée à son abondance dans les différents sites. Ceci, est en fonction des conditions climatiques propices à leur développement d'une part et aux conditions trophiques par la disponibilité et la réceptivité des dattes d'autre part. Or, pour notre ravageur ces conditions ne sont réunies qu'en automne dans lesquels leur activité et leur vol les plus intenses sont enregistrés. Nos résultats sont confirmés par Lebbouz (2017), qui montre l'existence d'une forte corrélation entre les captures et l'activité du ravageur en verger phoenicicole au cours de suivie de l'évolution de la ponte et l'infestation en fonction de l'abondance des adultes.

Malgré la pyrale de dattes est une espèce phytophage dont le développement est sans interruption pendant toute l'année, le niveau d'infestation au printemps est inestimable en raison de l'absence des dattes. A cette période, dans les oasis tunisiennes, les papillons ne trouvent que le grenadier comme plante relais ce qui leur permet de développer leurs premières générations jusqu'à ce que les dattes parviennent à maturité (Dhouibi, 1982). Cependant, Wertheimer (1958), prouve que dans les oasis algériennes, les premières contaminations sur les dattes de la récolte pendante sont découvertes à partir de la fin du mois d'août et seulement sur les premiers fruits parvenant au début du stade de maturation, celles qui sont nées avant cette date, pondent leurs œufs en des lieux quelconques de la palmeraie ou des bâtiments. En saison estivale, suite à un vol faible, le taux d'infestation reste relativement faible.

Dans la saison automnale et suite à des pics de vol enregistrés en octobre, nous constatons un pic d'infestation en novembre. Bensalah (2015), indique l'apparition de la troisième génération entre octobre et novembre synchronisée avec la maturité de dattes et c'est cette génération qui est responsable des dommages de la qualité de dattes. Il est à noter que la variété Deglet Nour est en pleine maturité où les températures de l'été sont rafraîchies entre septembre et octobre jusqu'à la mi-novembre.

Une récolte tardive caractérise cette variété par lequel nous avons distingué des différences entre l'abondance des adultes et le niveau d'infestation, dont cette dernière connu des accroissements. Tandis que l'activité de vol est en régression à cause des changements climatiques survenant par le rafraichissement automnal.

Les résultats de l'étude des paramètres biologiques de *Bracon hebetor* enregistrés durant notre étude montrent que, la durée de cycle de vie et la longévité des adultes sont influencées par les larves hôtes. Nos résultats obtenus de suivi de cycle biologique dans les conditions contrôlées sont similaires à ceux trouvés par Belhamra *et al* (2012), ces derniers, ont eu un cycle de 13 jours dans les conditions contrôlées. De même, Saadat *et al* (2014), ont trouvé une durée de vie sur *E. ceratoniae* qui atteint les 14,46 jours à une température de 27°C. Cependant, Mehaoua *et al* (2017) ont enregistré une durée de cycle de vie dans les conditions contrôlées varie entre 8 à 12 jours avec une moyenne de  $9,80 \pm 1,1$ .

Les durées des stades larvaires enregistrés dans notre expérimentation sont proches à celles signalées par Dième (1986), sur les chenilles d'*Ephestia kuehniella* ; il note aussi, que la durée de développement larvaire oscille entre 3 et 5 jours, dont, la durée moyenne du cycle de vie varie entre 8 à 12 jours avec une moyenne de 9,8 jours. Les mêmes résultats sont obtenus sur les larves de *Galleria mellonellae* avec une durée moyenne du cycle de vie estimée à 9,6 jours (Shah Alam, *et al.*, 2014).

Dans notre essai nous avons remarqué que les femelles de *B.hebetor* vivent plus longtemps que les mâles, des résultats similaires ont été rapportés par Mehaoua *et al* (2017) avec une durée moyenne de vie de  $6,2 \pm 1,81$  jours pour les mâles est de  $14,2 \pm 2,74$  jours pour les femelles , Shah Alam *et al.*, (2014) sur les larves de 7 différents hôtes et par Dahbi *et al*, (2013) sur *Galleria mellonella*.

Nos résultats sont semblables à ceux trouvés par Bensalah *et al* (2015) ; Belhamra *et al*. (2012), ont eu un taux 100%. Néanmoins Mehaoua *et al* (2017), notent un taux de parasitisme de *B. hebetor* sur les larves de *Ectomyelois ceratoniae* de 76,01%. D'autre part, Dième (1986), a constaté que le plus grand nombre des pontes sur chenilles était observé sur celles ayant une taille égale au moins à 2 cm, pas plus d'œufs sur chenilles de 1cm environ et rares dont les œufs déposés sur des chenilles de 0,5 cm leur nombre ne dépasse pas 1œuf.

D'après, les résultats obtenus des bio – essais de l'étude de cycle biologique de *Phanerotoma flavitestacea*, on remarque que nos résultats sont proches à ceux décelés par Bensalah *et al* (2015), dont la durée de vie endoparasite marque une moyenne de

48,33±2,71 jours, répartie en phase endoparasite qui dure 3,33±0,52 jours et une phase sarcophage, qui dure de 33,17±2,56 jours, et la durée de chrysalide à une durée moyenne de 12,17 ± 1,17 jours, en outre Belhamra *et al* (2012), ont pu avoir un cycle de 48,43 jours dans les conditions contrôlées. De même, Billiotti et Daumal (1969), ont constaté que le premier et le second stade larvaire de *P. flavitestacea* durent de moyenne 35 Jours à 25°C, la phase sarcophage dure 3 jours et la durée du développement nymphal est d'une quinzaine de jours au laboratoire. En revanche Peter et David (1992), ont noté que la durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte était de 26,51 jours à 26,06°C et 73,88 % d'humidité relative.

Le suivi de l'activité parasitaire de *Bracon hebetor* a révélé que le taux de parasitisme est de 100% sur les chenilles âgées de quatrième stades ainsi que le parasitoïde ne pond pas ses œufs sur des chenilles néonates. En effet, nous constatons que le nombre des œufs dépend énormément à la taille et le nombre des chenilles de la pyrale des dattes, par conséquent, plus le nombre de chenilles de l'hôte augmentent plus la femelle du parasitoïde pond un maximum d'œufs.

Concernant la longévité des adultes, nous constatons que les femelles de *P. flavitestacea* ont une longévité plus longue que celle des mâles. Manickavasagam *et al* (1994) qui observent qu'en plus des paramètres de reproduction, la longévité du parasitoïde sur un hôte peut déterminer son choix comme candidat de contrôle biologique.

les résultats de l'étude de Sex ratio au sein d'une population d'élevage de *P. flavitestacea* montrent que, la proportion des femelles est plus élevée que celle des mâles, dont le Sex-ratio moyen calculé dans les conditions contrôlées est de 0,43. En effet, dans une expérience effectuée dans des conditions de T : 25 ±0,5°C et HR : 70 -75%, Gothilf (1969), a signalé que de 156 œufs de papillons de caroubiers qui sont exposés pendant 2 heures à une large population (mâle et femelle) mixte de parasite. 105 guêpes (parasitoïdes) et 16 papillons atteignent l'âge adulte. Les *P. flavitestacea* émergents sont composés de 48 mâles et 57 femelles.

Le comportement parasitaire de *P. flavitestacea* reste globalement débattu tenant en compte sa qualité en tant que parasitoïde ovo-larvaire qui rend difficile à mettre en certitude les différentes modalités de l'action parasitaire à savoir la mise en évidence des

œufs parasités qui n'est possible qu' à partir de la réalisation des coupes histologiques permettant de déceler le parasitisme de l'embryon. Il paraît qu'il existe une relation positive entre le taux de parasitisme et le nombre des œufs de *E. ceratoniae*.

Lors l'oviposition, les femelles de *phanerotoma* test avec leur oviscapte les œufs de la pyrale des dattes avant de les parasités. On a constaté que tous les œufs testés sans qu'ils soient parasités deviennent infertiles. Ceci est expliqué par le nombre des œufs d'hôtes, si ce nombre offert est très bas, *P. flavitestacea* peut mettre jusqu'à 12 œufs dans un œuf hôte, mais dans ce cas l'embryon de ce dernier ne survit pas et le parasitisme échoue. (Achterberg, 1990).

Les résultats obtenus de l'étude de taux de parasitisme sont proches a ceux décrit par Bensalah et al (2015), d'où ils ont trouvé un taux de parasitisme de 58,50% répartie en 39,75% oeufs parasités et 60,25% œufs détruits par la femelle de *P.flavitestacea*. D'autre part, Al-Malikh et Al-Izzi (1986) ont trouvé que le pourcentage de parasitisme d'*Apanteles sp* sur *E. ceratoniae* augmente de 10 % au cours de avril à 35 % à la fin de la saison de fructification de grenade à Octobre. De même Gothilf (1969), a trouvé un taux de parasitisme de 56,1% sur *E. ceratoniae* par *P. flavitestacea*.

Effectivement, les propriétés des œufs d'hôtes (contenu nutritionnel, dureté du chorion, taille des oeufs) peuvent affecter le taux de parasitisme ainsi que la qualité des parasitoïdes. De nombreux contrôles de qualité doivent donc être réalisés tout au long de la production de masse des parasitoïdes. L'identité de l'espèce doit être vérifiée et la potentialité (fécondité, longévité, taux de parasitisme, taux d'émergence) (Bai *et al.*, 1992 ; Hawlitzky, 1992 ; Corrigan et Laing, 1994 ; Hoffman *et al.*, 1995 ; Greenberg *et al.*, 1998). En ce qui concerne les résultats de l'essai de la lutte biologique inoculative de *P.flavitestacea* avec 3 doses de lâchers (50, 100 et 150 individus/ décade) dans la palmeraie de Magtoufa (Tolga, Biskra). Nous constatons que, un mois après les lâchers effectués en 2013, le parasitoïde est actif au niveau des blocs de lâcher par les doses 50, 100 et 150 individus sur les dattes prélevées du sol au cours du mois de novembre avec respectivement 14,89, 13,80 et 18,20%. Tandis que, le parasitisme est plus élevé sur les dattes prélevées des régimes pour les mêmes doses de lâcher (14,78, 30,41 et 33,15%). Par ailleurs, les taux les plus élevés de l'infestation ont été notés au niveau de bloc témoin durant l'année 2013. Cependant, le taux de parasitisme moyen est plus élevé dans les blocs

qui ont soumis aux différentes doses du parasitoïde. Donc, l'action de *P.flavitestacea* est plus importante dans les blocs de lâcher par rapport au bloc non traité. Une contamination de bloc témoin est constatée, ceci est probablement en raison de sa localisation qui est très près des blocs de lâcher. De même Medkouri (1978), a signalé que les essais de lâchers de *P. flavitestacea* effectués sur les caroubiers dans les plateaux du mont de Boron ( Alpes maritimes) dès la première année de lâchers (1967), développée en juillet puis en septembre, il a été constaté une rapide dispersion du parasite à partir des points de lâcher, parfois jusqu'à 500 mètres. A cette distance, un taux de parasitisme analogue à celui du point de lâcher est retrouvé.

Dans les années qui suivent (2014 et 2015), le taux d'infestation sont plus faibles au niveau de bloc témoin par rapport aux blocs de lâcher. Cette situation peut être reliée à la présence et l'établissement du parasitoïde qui a probablement contribué à la diminution des infestations des dattes du sol et des régimes.

De ce fait, il est vraisemblable que les doses des lâchers adoptés ont un effet positif sur l'évolution du taux de parasitisme notamment durant l'année de l'application des lâchers et également au cours du temps dont les doses les plus fiables sont 100 et 150 individus/décade. Conséquemment, ces résultats nous permettent de mettre en évidence la faisabilité des doses choisies, ainsi de la qualité de la souche du parasitoïde provenant de l'élevage.

Compte tenu, des effectifs de larves repérées, les nombres totaux des larves évoluent simultanément et proportionnellement avec le nombre des larves parasitées soit pour les larves issus d'échantillonnage du sol ou du régime et pour toutes les doses des lâchers effectuées. Effectivement, le nombre total des larves est supérieur de nombre des larves parasitées durant les années de suivi dont les valeurs maximales sont enregistrées au cours de la récolte. Alors, nous avons noté que le nombre le plus faible des larves parasitées est celui enregistré durant l'année 2013 dans les parcelles traitées par 50 individus, au fur à mesure du temps, le nombre des larves parasitées augmente dans les parcelles traitées par les différentes doses. Cependant, il n'est toujours pas possible d'établir de façon certaine, une relation de cause à effet entre l'entomophage et son hôte. Autrement dit, il ne semble pas y avoir de relation linéaire entre le niveau de population du ravageur et le niveau du parasite (Daumal *et al.*, 1973)



Egalement, un parasitisme naturel est établi durant les années 2014 et 2015 résultant de la persistance du parasitoïde dans la palmeraie. Cette persistance parasitaire est de 20,15% chez les dattes prélevées du sol. Cependant, pour les dattes prélevées des régimes est de 7,75%. Parallèlement, dans la zone de Guidan Roumdji, au Niger, les mortalités de larves de *Heliocheilus albipunctella* parasitées par *habrobracon hebetor* sont plus importantes les années suivant celles des lâchers (Boubé, 2004).

Nos résultats montrent que les lâchers de *P.flavitestacea* réalisés en 2013 ont contribué efficacement à réduire l'infestation soit celle estimée à partir des dattes prélevées du sol ou des régimes dans le site d'étude. En effet, nous constatons que le niveau d'infestation chez les dattes collectées du sol dans le bloc traité par la dose de 50 individus a pu diminuer le taux d'infestation par un taux de 29,35% de 53% d'infestation. Alors que la dose de 100 individus a pu réduire le niveau d'infestation par un taux de 30,24% de 40% d'infestation. Aussi, la dose de 150 individus a réduit l'infestation par un taux de 33,08% de 37,44. De même, pour les taux estimés des dattes prélevées du régime, les taux d'infestation ont été réduits par des taux de 26,13% de 28,33 de niveau d'infestation pour le bloc traité par 50 individus, de 33,72% de 21,1% de l'infestation pour le bloc traité par 100 individus et de 41,59% de 18,66% d'infestation pour le bloc traité par 150 individus.

Toute fois, *Phanérotome ocularis* est utilisé depuis la fin des années 60 dans deux programmes de contrôle contre les lépidoptères pyralidae causant des dégâts en France (Côte d'Azur) et aux US (Californie), ayant atteint à la fois à l'acclimatation avec de bons résultats de lutte (Billiotti et Daumal, 1969).

En réalité, peu des travaux qui ont portés sur les essais de lutte biologique dans la nature en Algérie et notamment dans la palmeraie. Parmi, les essais effectués sont les lâchers de trichogramme, qui est un parasitoïde des œufs dans les palmeraies du Sud algérien, Idder *et al* (2009 a) indiquent que dans les palmiers témoins aucun parasitisme n'est observé, bien avant qu'après les lâchers de parasitoïde, le pourcentage de parasitisme varié de 47 à 64% atteint 54 sur l'ensemble des arbres traités. Les mêmes auteurs expliquent que les arbres témoins n'ont pas été atteints par les trichogrammes

probablement suite à leur action reste limitée à l'arbre qui a reçu le lâcher. Malgré que les arbres témoins soient très proches, à une dizaine de mètres, des arbres traités.

Le choix de *P. flavitestacea* est favorisé notamment en raison de sa présence dans les palmeraies des Ziban ainsi de leur qualité en tant que parasitoïde ovaraire qui peut réellement participer à la réduction de la population de la pyrale de dattes par le parasitisme des œufs sur palmiers.

En effet, l'œuf est une ressource prédéterminée pour le développement des parasitoïdes à l'opposé des stades larvaires. L'œuf constitue également un stade sédentaire, incapable de résister aux attaques des parasitoïdes ou de s'en échapper. Ceci peut faciliter l'action du parasitoïde. Il est fort possible que ce parasitoïde soit actif sur d'autres hôtes présentant dans la palmeraie qui peut constituer un atout pour sa persistance en palmeraie. Par conséquent, une large distribution spatiale et temporelle.

De ce fait, il existe un intervalle temporel au cours duquel les lâchers doivent être effectués car, l'application précoce des lâchers peuvent diminuer l'efficacité du parasitoïde à détecter les œufs de pyrale de dattes et les parasités et si les lâchers s'effectuant tard, l'infestation prolifère et devient difficilement maîtrisée

Les lâchers inoculatifs de *P.flavitestacea* ont permis d'obtenir des résultats encourageants dans le cadre de la lutte biologique contre la pyrale des dattes. Seulement, pour un meilleur contrôle de population de la pyrale dans leur saison d'activité, il est nécessaire de multiplier le nombre de lâcher ainsi leur effectif.

Parallèlement, la présence permanente de la pyrale de dattes ainsi ces différents stades dans la palmeraie durant l'année peut constituer un atout à une meilleure synchronisation de *P.flavitestacea* avec le parasitoïde larvaire *Bracon hebetor* .

# Conclusion

L'étude des fluctuations du vol des adultes mâles de la pyrale des dattes durant les trois années d'expérimentation à l'aide des pièges à phéromones, révèle la présence permanente des adultes de ce ravageur dans la palmeraie mais avec des variations extrêmes d'effectif. Ces variations ont permis de déceler trois pics de vol au cours de trois périodes distinctes durant l'année dont, chaque pic de vol enregistré pendant une période temporelle forme une génération de la pyrale. En effet, trois générations chevauchantes de la pyrale sont marquées ; la première génération est hiverna-printanière issue de vol des adultes observé des mois (février, mars, avril et mai) puis succédée par une deuxième génération estivale (juin, juillet et août), une troisième génération estiva-automnale (août, septembre, octobre, novembre et décembre). Cette dernière représente la période de vol la plus importante constatée durant les trois ans vis-à-vis l'effectif des mâles retenus par le piégeage. Donc, ces variations saisonnières de *Ectomyelois ceratoniae* semblent fortement influencées par les facteurs environnementaux notamment les températures minimales, maximales et moyennes et l'humidité relative, ainsi que le stade réceptif de la plante hôte.

Alors que, la densité de population de *E. ceratoniae* persiste faible pendant la saison hivernale, donc, nous ne constatons que seules les températures basses des températures maximales et moyennes ayant une forte corrélation avec l'activité du vol des mâles de *E. ceratoniae*, néanmoins, l'humidité relative moyenne n'exerce aucun effet pendant l'hiver. Les températures et l'humidité modérées de printemps semblant idéales pour la reprise de l'activité des chenilles et accomplissant leurs cycles jusqu'à l'émergence des adultes. Cependant, les températures élevées de la saison estivale s'avèrent défavorable au développement des chenilles ainsi que l'émergence imaginale, néanmoins, l'humidité relative moyenne est corrélée avec la densité de la pyrale. Nous avons également constaté que les conditions climatiques qui règnent en saison automnale sont propices à la prolifération des populations de *E. ceratoniae*. Par suite, le thermopreferendum de *E. ceratoniae* va de 25 à 30°C.

Conséquemment, le nombre des mâles diffèrent d'une année à une autre dans le même site et d'un site à un autre durant la même année. Les fluctuations de la population imaginale d'une année à une autre, sont en fonction des conditions climatiques.

Les variations des niveaux d'infestation étudiées sur la variété Deglet Nour dans les deux sites études et au niveau des dattes chutées et des dattes prélevées des régimes,

montrent que une infestation précoce par la pyrale est détectée chez les dattes chutées par rapport des dattes prélevées des régimes, dont les taux les plus élevés sont enregistrés dans les dattes prélevées du sol pour les deux sites et durant les trois ans de suivi. En effet, le deuxième site est le plus infesté par la pyrale des dattes. Ainsi que, l'année 2013 est l'année sur laquelle les niveaux d'attaques enregistrés sont les plus élevés par rapport aux années 2012 et 2014. Conjointement aux résultats, l'infestation des dattes débute au mois de juillet avec des taux faibles, puis elle s'accroît durant le mois d'octobre pour atteindre son maximum au mois de novembre qui est le mois de la récolte.

De ce fait, le niveau de dégâts varie d'une année à l'autre en fonction du climat et des cycles de développement de la pyrale de dattes et peut atteindre des niveaux élevés et alarmants à la récolte et dans les lieux de stockage.

Les variations de niveau d'infestation sont non seulement influencées par les conditions climatiques et la disponibilité des plantes hôtes mais aussi sont influencées par les différents stades phénologiques de la variété étudiée. De cela, des faibles taux moyens d'infestation sont notés au stade grossissement de fruit. Par la suite, ces taux évoluent en début maturité pour qu'ils atteignent son maximum durant le stade maturité complète. Egalement des fortes corrélations sont constatées entre les taux d'infestation et les différents stades phénologiques. Conséquemment, les fortes attaques de la pyrale sont observées au stade maturité complète sur les dattes retombées au sol.

Le suivie de l'évolution de l'infestation en fonction des fluctuations hebdomadaires des adultes mâles de la pyrale de dattes durant les trois années consécutives de suivi, prouve l'existence d'une forte corrélation entre les captures et l'activité du ravageur dans les palmeraies. Nous constatons donc que la densité de la population mâle *in situ* évolue simultanément avec l'infestation des dattes.

L'activité du ravageur est fortement liée à son abondance dans les différents sites. Ceci, est en fonction des conditions climatiques propices à leur développement d'une part et aux conditions trophiques par la disponibilité et la réceptivité des dattes d'autre part. Or, pour notre ravageur ces conditions ne sont réunies qu'en automne dans lesquels leur activité et leur vol les plus intenses sont enregistrés. En saison estivale, suite à un vol faible, le taux d'infestation reste relativement faible.

Dans la saison automnale et suite à des pics de vol enregistrés en octobre, nous constatons un pic d'infestation en novembre. Tandis que l'activité de vol recule à cause des changements climatiques survenant par le rafraichissement automnal.

La production en masse des œufs et des larves de *E. ceratoniae* en conditions contrôlées nous a permis, d'obtenir du matériel biologique pour nos bioessais, servant à l'étude des potentialités parasitaires de deux parasitoïdes autochtones qui sont le *Bracon hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea* dans les conditions contrôlées. De même, nous avons essayé de développer les paramètres biologiques de chacun d'eux. En effet, l'étude des paramètres biologiques de *Bracon hebetor* sur les chenilles âgées du quatrième stade a révélé une durée moyenne du cycle de développement de  $13,83 \pm 3,50$  jours, un taux moyen de fécondité de 106,25 œufs par femelle, un taux de fertilité moyen des œufs de 93,19%, une longévité plus élevée chez les femelles par rapport aux mâles et en fin un sex-ratio en faveur des femelles (0,53).

En ce qui concerne les résultats de l'activité parasitaire de *B. hebetor* sur les chenilles de la pyrale de dattes, nous avons noté que toutes les chenilles soumises aux couples de parasitoïde sont paralysées, ainsi que, la présence d'une relation positive et étroite entre le nombre moyen des œufs de *Bracon* et les nombres moyens des chenilles parasitées avec un taux de parasitisme de 100%.

D'autre part, l'étude des paramètres biologiques de *Phanerotoma flavitestacea* sur des œufs âgés de 24 heures a révélé une durée moyenne du cycle de développement de  $47 \pm 2,06$  jours, une longévité plus élevée chez les femelles par rapport aux mâles et un sex-ratio en faveur des femelles (0,43).

Les femelles de *P.flavitestacea* ont une action parasitaire positive sur le nombre croissant des œufs de la pyrale des dattes, le nombre des œufs parasité est corrélé positivement avec le nombre des œufs par boîte. Parallèlement, le taux de parasitisme du parasitoïde ovo larvaire *P.flavitestacea* est de 57,83%.

Les résultats relatifs à l'essai de lutte biologique inoculative de *P.flavitestacea* avec 3 doses de lâchers (50, 100 et 150 individus/ décade) dans la palmeraie de Magtoufa (Tolga, Biskra) ont montré que, un mois après les lâchers effectués en 2013, le parasitoïde est actif

au niveau des blocs de lâcher par les doses 50, 100 et 150 individus sur les dattes prélevées du sol au cours du mois de novembre avec respectivement 14,89 ; 13,80 et 18,20%. Tandis que, le parasitisme est plus élevé sur les dattes prélevées des régimes pour les mêmes doses de lâcher (14,78, 30,41 et 33,15%). Par ailleurs, les taux les plus élevés de l'infestation ont été notés au niveau de bloc témoin durant l'année 2013. Cependant, le taux de parasitisme moyen est plus élevé dans les blocs qui ont soumis aux différentes doses du parasitoïde. Donc, l'action de *P.flavitestacea* est plus importante dans les blocs de lâcher par rapport au bloc non traité.

De ce fait, il est vraisemblable que les doses des lâchers adoptés ont un effet positif sur l'évolution du taux de parasitisme notamment durant l'année de l'application des lâchers et également au cours du temps dont les doses les plus fiables sont 100 et 150 individus/décade.

Egalement, un parasitisme naturel est établi durant les années 2014 et 2015 résultant de la persistance du parasitoïde dans la palmeraie. Cette persistance parasitaire est de 20,15% chez les dattes prélevées du sol. Cependant, pour les dattes prélevées des régimes est de 7,75%.

Nos résultats montrent que les lâchers de *P.flavitestacea* réalisés en 2013 ont contribué efficacement à réduire l'infestation soit celle estimée à partir des dattes prélevées du sol ou des régimes dans le site d'étude. La dose de 150 individus a réduit l'infestation par un taux de 33,08% chez les dattes chutées et de 41,59% au niveau des dattes sur régime.

D'autres recherches doivent être effectuées comme, l'étude de l'évolution de niveau de ponte sur les différentes parties de palmier et sur d'autre plantes hôtes au sein des palmeraies pour comprendre l'origine des infestations, ainsi par la modélisation des méthodes appropriées aux échantillonnages des dattes pour des évaluations plus précises de niveau d'infestation de la pyrale de dattes.

Pour poursuivre les travaux de recherche portant sur les essais de lutte biologique inoculative ou augmentative dans les palmeraies, il est nécessaire d'actualiser fréquemment les inventaires des ennemis naturels pour déterminer les agents de lutte

indigène et leurs potentialités parasitaires afin d'éventuelle combinaison avec le *P.flavitesatcea* comme une action complémentaire susceptible d'améliorer le succès des programmes de lutte biologique contre la pyrale des dattes.



# **R**éférences Bibliographiques

- A.N.A.T, 2003.** Etude « schéma directeur des ressources en eau » wilaya de Biskra. Dossier agro-pédologique. 231p.
- Aamer N., Hegazi E. and Khafagi W. 2015.-** Reproductive Capacity, Sex Ratio and Longevity of the Parasitoid, *Bracon hebetor*(Say) Parasitizing the Wax Moth Larvae, *Galleria mellonella* (L.). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 25(2): 433-437.
- Abbès F., Bouaziz MA., Christophe B., Masmoudi M., Attia H. et Besbes S., 2011.** -Date syrup: Effect of hydrolytic enzymes (pectinase/cellulase) on physicochemical characteristics, sensory and functional properties. LWT - Food Science and Technology. 44: 827-1834.
- Achoura A. et Belhamra M. 2010.-** Aperçu sur la faune Arthropodologique des palmeraies d'El-Kantara. *Courrier du Savoir, n°10*: 93-101.
- Achterberg, CV. 1990.** - Revisión of the Western *Pzlaezrtic Phanerotomini* (Hymenoptera, Braconidae). Zool. Verh. Leiden, 255 : 1-106.
- Acourene S. 2000.-** Effets des types de pollen et de ciselage sur le rendement et la qualité de la datte de trois variétés (Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beida) de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Mem. Magist. Inst. Nat. Agron. El- Harrach, 133 p.
- Al-izzi M.A.J., Al-Maliky S.K. and Jabbo N.F., 1987.** - Culturing the Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae), on an Artificial Diet. Journal of Economic Entomology. 80: 277-280.
- Al-Jamali NA. 2006.** - Factors Affecting the Efficiency of Pheromone Traps in Attracting the Male Adults of Pomegranate Fruit Worm *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). Arab J. Pl. Prot. 24: 32-36.
- Al-Shahib W. et Marshall RJ. 2002.** - Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. International Journal of Food Science and Technology, 37: 719-721.
- Azqandi RS., Kazazi M. and Abdul Ahadi F. 2015.** - *Ectomyelois ceratoniae* zeller (Lepidoptera, pyralidae) and its control procedures in Iran. Journal of applied environmental and biological sciences, 5(12S): 743-747.
- Bai B., Luck R.F., Forster B. et Janssen J.A.M., 1992.-** The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. *Entomol. Exp. Appl.*, 64, 37-48.
- Balachowsky A. 1972.** - Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cie, T.II, Vol 2 : 1060-1634.
- Belguedj M. 2001** - Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien., INRAA El-Harrach N° 11, Alger, 289 p.
- Belguedji M. 2002a.-** Caractéristique des cultivars de dattiers du Sud-est du sahara Algérien. Vol 2. Ed. I.N.R.A. Alger, 67 p.
- Belguedj M. 2002b.-** Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *Revue annuelle de L'INRAA* 1 : 28-289.
- Belguedj M., Tirichine A. et Guerradi M. 2008.-** La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa (Algérie) Ed, INRAA, El Harrach, Alger, 96p.
- Belhamra M, Bensalah MK. Rahmouni M. et Boubakeur N. 2012.-** Bioécologie et dynamique des populations de la pyrale des dattes dans la palmeraie des Ziban cas de Tolga. P.N.R.-Bioécologie et dynamique des populations des bios agresseurs des cultures. Rapport du P.N.R. Bilan final., 108p.
- Belhout S. 2014.-** Degrés d'infestation de *Parlatoria blanchardi* associée aux arthropodes sur quelques cultivars de *Phoenix dactylifera* dans la région de Oaargla. Mém. Mast. Univ. Ouargla. 125 p.
- Ben Abdallah.1990.-** La phoeniculture : Les systèmes agricoles oasiens. Option Méditerranéennes Série A, 11 : 105-124.
- Ben Adoune H. 1987.-** Etude bio-écologique d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) à Ghardaia. Mémoire. Ing. Agro, INA. El Harrach. Alger. 53p.
- Ben Khalifa A., Hannachi S. et Khitri D. 1994.-** Richesse en diversité du palmier dattier dans les palmeraies algériennes. Journées nationales sur les « djebbar » du palmier dattier. Touggourt. 5p.
- Ben Othman Y., Reynes M. et Bouabidi H. 1996.-** Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. CIHEAM, Journées Internationales sur le Palmier Dattier dans l'Agriculture d'Oasis des Pays Méditerranéens, du 24 au 27 avril, 1996, (Elche, Espagne) : 210-211.

- Benaouda MH., Achour H., Belgudj A., Felaachi S., Mrichine M. et Saoli N. 1989.-** Situation et perspective du développement de la phoeniciculture. 54 p.
- Benchabane A. 1996.-** Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed.IAM, Zaragoza, Spain : 205-210.
- Bennett F D.- 1960.** Parasites of *Ancylostomia stercorea* (Zell.) (Lepidoptera, Pyralidae) a pod borer attacking pigeon pea in Trinidad. Bull. ent. Res. 50: 737-757.
- Bensalah MK. 2015.-** Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomyelois ceratoniae* (Zeller., 1839) (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées, stockage, conservation et lutte. Thèse Doct. , Université de Biskra, 117 p.
- Bensalah MK. et Ouakid ML. 2015.-** Essai de lutte biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* zeller, 1839 (Lepidoptera, pyralidae) par l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* fisher (Hymenoptera, braconidae) et *Bracon hebetor* say (Hymenoptera, braconidae) dans les conditions contrôlées. Courrier du savoir, 20 :101-108.
- Bernard O. 2000.-** Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles. Etude réalisée pour le Groupe des produits horticoles Service des matières premières et des produits tropicaux et horticoles, Division des produits et du commerce international. FAO. 10 p.
- Biliotti E. et Daumal J. 1969.** -Biologie de *Phanerotoma flavitestacea* Fischer (Hymoptera. Braconidae) mise au point d'un élevage permanent en vue de la lutte contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. *Annales de Zoologie Ecologie Animale*. 1(4) : 379-394.
- Bin F., Roversi PF, Van lenteren JC. 2012.-** Erroneous host identification frustrates systematic and delays implantation of biological control. *Redia*, 95: 83-88.
- Bissaad FZ., Youcef M., Bounacerur F. and Doumandji-mitiche B. 2011.-** Activité biologique d'un biopesticide le Green muscle sur le tégument du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). *Nature et Technologie*, 06 : 51-58.
- Boivin G. 1996.-** Evolution et diversité des insectes parasitoïdes. *Antennate*. Numéro spécial : 6-12.
- Borcard D.1998.-** Transformation de données : normalisation, stabilisation des variances. Legendre & Legendre. Université de Montréal. *Bio2042* : 1- 4.
- Boubé S. 2004.-** La lutte biologique contre la mineuse de l'épi du mil *Heliocheilus albipunctella* De Joannis : Expérimentation.
- Bouguedoura AN. 1991.-** Connaissance de la morphologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*.L) in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse doctorat. Université d'Alger, Algérie, 201 p.
- Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M. et Jacque B., 2001.-** La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud Est du Maroc. *Fruits*, 56 (3) : 189 -196.
- Brac RA. 1995.-** Histoire d'une plante en méditerranée, le palmier dattier. Ed. Edisus, Tunisie, 45 p.
- Busson G. 1989.-** Dynamique sédimentaire de plateforme épicontinentale : le crétacé moyen du sahara Algéro - Tunisien, Ed. Technip, Paris, 238 p.
- Chabour N. 2006.-** Hydrogéologie des domaines de transition entre l'Atlas saharien et la plate-forme saharienne à l'Est de l'Algérie. Thèse doctorat. Univ. Mentouri, Constantine 176 p.
- Chehma A., et Longo HF. 2001.-** Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation-Biomasse* : 59-64.
- Chrispin Ngombo V. 2007.-** Impacts du changement climatique sur la recrudescence des dégâts dus au charançon du bananier (*Cosmopolites sordidus*) dans la région de Luki au bas-Congo/RDC. Université de Kinshasa.
- Corrigan J.E. and Laing J.E. 1994.-** Effects of the rearing host species and the host species attacked on performance by *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *Environ. Entomol.*, 23, 755-760.
- Dabhi Manishkumar R., Korat Dhirubhai M. and Vaishnav Piyushbhai R. 2013.-**Reproductive parameters of *Bracon hebetor* Say on seven different hosts. - *Academic Journals African*, 8(25): 3251-3254.

- Dagnelie P. 2011.-** Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck, 736 p.
- Dajoz R. 1996.-** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- Dakhia N., Bensalah MK., Romani M., Djoudi AM. et Belhamra M. 2013.-** État phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au bas Sahara-Algérie. Journal Algérien des Régions Arides, CRSTRA : 5-17.
- Darwish E., El-Shazly M. and El-Sherif H. 2003.-**The choice of probing sites by *Bracon hebetor* Say foraging for *Ephestia kuehniella* Zeller. J. Stored Prod. Res. 39, 265-276.
- Dauaml J., Jourdheuil P et Morro J.P. 1973.** Acclimatation sur la côte méditerranéenne française de *Phanerotmoa flavitestacea* Fisher. (Hym., Braconidae) parasite d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera., Pyralidae). Ann. Zool. Ecol. Anim., 5, (4), pp. 593-608.
- De Kouassi M. 2001.-** La lutte biologique ; une alternative viable à l'utilisation des pesticides. La revue en sciences de l'environnement, 2(2) : 7-12.
- Dehliz A., Lakhdari W., Acheuk F., Hammi H., Soud A. et M'lik R., 2016.-** Potentialité des parasitoïdes autochtones du Sud-Est Algérien dans la lutte contre la pyrale des dattes. Entomologie faunistique, 69 : 75-79.
- Dhouibi MH. 1989.** - Essai de traitement avec la Bactospeine *Bacillus thuringiensis* contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) en palmeraies. Rapport d'expérimentation, 64 p.
- Dhouibi MH. 1991.-** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Ed. I.N.A.T. Tunis, 63 p.
- Dhouibi MH et Jammazi A. 1993.-** Lutte biologique contre la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) par *Hebrabracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) en verger de grenadier. Med. Fac. Landbouww. Univ.Gent. : 427- 436.
- Dhouibi M.H. et Jemmazi A. (1996).-** Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *Ectomyelois ceratoniae*, ravageur des dattes. Fruits 51(1) : 39-46.
- Dieme E. 1986.-** Etude biologique au laboratoire de *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera, Braconidae) parasite de *Raghuva albipunctella joannis* (Lepidoptera, Noctuidae) et d'*Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera, phycitidae) au Sénégal ; sous-programme de lutte biologique. Projet CILLS de lutte intégrée Sénégal, 31 p.
- Direction des Services Agricoles (DSA). 2018.-** Direction des statistiques Agricoles wilayas de Biskra, Bilan finale de la campagne dattière 2014-2015. 2 p.
- Djerbi M. 1994.-** Précise de phoeniciculture. FAO, Rome ,191 p.
- Djouab A. 2007.-** Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-Degla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée. Mém.Magist. Université de Boumerdès, 24 p.
- Dore T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J., Sebillottem. 2006.-** L'agronomie aujourd'hui. Editions Quae, 384 p.
- Doumandji-Mitiche B. 1977.-** Les pyrales des dattes stockées. Annal. Inst. Nat. Agron. El Harrach, Alger, 7 (1): 31-58.
- Doumandji S. 1978.-** Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, *Ectomyelois ceratoniae*. Extrait des comptes rendus des journées du CERAG. 53 - 64.
- Doumandji S. 1981.-** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans de l'Algérie *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, pyralidae). Thèse de doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris VI, 145 p.
- Doumandji Mitiche B. 1983.-** Contribution à l'étude bio écologique des parasites et des prédateurs de la pyrale de caroube, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae), en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse doctorat d'état, Université Pierre Marie CURIE, Paris 6, 253 p.
- Dridi B., Baouchi H., Benddine F. et Zitoun A. 2000.-** Lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, (Lepidoptera, pyralidae) par l'utilisation de la technique des insectes stériles (TIS) 1ère application dans la wilaya de Biskra. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier, I.A.S. Ouargla, pp11-16.

- Dridi B., Baouchi H., Bensalah K. et Zitoun A. 2001.-** Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* Zeller dite technique des insectes stériles. Journées Techniques phytosanitaire. Ed. I.N.P.V. pp 58-70.
- Eggleton P., Gaston KJ. 1990.-** "Parasitoid" species and assemblages: convenient definitions or misleading compromises? *Oikos* 59: 417- 421.
- Espiard E. 2002.-** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc., Lavoisier, 360 p
- Farhi A. 2001.-** Macrocéphalie et pôles d'équilibre : la wilaya de Biskra. eg 3, : 245- 255.
- Farmazand H., 2012.** Evaluation of synthetic pheromone of pomegranate fruit moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchard. *Agriss*, 41 p.
- Farrar K. 2000.-** Crop profiles for date in California. USDA. California Pesticide Impact Program. <http://pestdata.ncsu.edu/cropprofiles/docs/cadates.html>.
- Fischer RA. And Yates F. 1975.-** Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. 6<sup>th</sup>. Ed. Longman. London : 6-66.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2018.-** La production des dattes dans le monde, Banc des données statistiques, F.A.O.STAT,. <http://www.fao.org>.
- Forouzan M., Amir Maafi M. and Saharagard M. 2008.-** Temperature dependent development of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) reared on larvae of *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of entomological, society of Iran.* :67-78.
- Godfray HCJ. 1994.-** Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton.
- Gómez vives S. et Ferry M. 2005.** Contrôle biologique des principaux ravageurs en palmeraie : état des connaissances et besoins de recherche. Actes du symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens du 08 au 10 mars 2005 erfoud, Maroc : pp 44-51.
- Greenberg S.M. Nordlund D.A. and Wu Z. 1998.-** Influence of rearing host on adult size and oviposition behavior of mass produced female *Trichogramma minutum* Riley and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biol. Control*, 11, 43-48
- Guiraud R. 1990.-** Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie. D'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines Mémoires n°3. Pub. O. N. G. 271 p.
- Hadad L. 2000. -** Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Touggourt et Ouargla en vue d'une éventuelle lutte contre ce prédateur. Mémoire. Ing. I. T.A. S. Ouargla. 62p.
- Halilat MT. 1998.-** Etude expérimentale de sable additionné d'argile : Comportement physique et organisation en conditions salines et sodiques. Thèse Doctorat, INA Paris. Grignon. France. 229 p.
- Hadjeb A. 2017.-** Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte. Thèse Doctorat en Sciences agronomiques. Université de Biskra : 111p.
- Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A. et Brac de Perrière RA. 1998.-** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. Anep. Rouiba, Alger, 225 p.
- Harbo JR. and Kraft KJ. 1969.-** A study of *Phanerotoma toreutae*, a parasite of the Pine Cone Moth *Laspeyresia toreuta*. *Ann. ent. Soc. Am.*, 62 : 214-220.
- Hawlitzky N. 1972.-** Mode de pénétration d'un parasite ovaraire *Phanerotoma flavitestacea* Fisch. (Hymenoptera, Braconidae) dans son hôte embryonnaire ; *Anagasta kühniella* Zell. (Lepidoptera, Pyralidae). *Entomophaga*, 17 : 375-389.
- Hawlitzky N. 1979.-** Étude expérimentales des relations hôte parasite chez les insectes. II. Action d'un parasite ovaraire, *Phanerotoma flavitestacea* Fisch. (Hymenoptera, Braconidae) sur quelques caractères biologiques et anatomiques de son hôte, *Anagasta kuehniella* Zell. (Lepidoptera, Pyralidae). *Archs Zool. exp. gén.* 120: 337352.

- Hawlitzky N. 1980.-** Analyse quantitative des lipides, des substances azotées et du glycogène chez la nymphe et l'imago d'un insecte parasite ovo-larvaire, *Phanerotoma flavitestacea* (Hymenoptera, Braconidae). *Entomophaga*, 25 (1): 73- 83.
- Hawlitzky N. 1992.-** La lutte biologique à l'aide de Trichogrammes. *Courrier Cellule Environ. INRA*, 16, 9-26.
- Hawlitzky N. Boulay C. 1986.-** Effects of the egg-larval parasite, *Phanerotoma flavitestacea* Fisch. (Hymenoptera, Braconidae) on the dry weight and chemical composition of its host *Anagasta kuehniella* Zell. (Lepidoptera, Pyralidae). *Journal of insect physiology*, 32 (4): 269 - 274.
- Heimpel GE., Antolin M F., Franqui R. and Strand MR. 1997.-** Reproductive isolation and genetic variation between two "strains" of *Bracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae). *Biol. Control*, 9: 149 -156.
- Hoffmann M.P., Walker D.L. and Shelton A.M., 1995.-** Biology of *Trichogramma ostrinae* (Hym.: Trichogrammatidae) reared on *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) and survey for additional hosts. *Entomophaga*, 40, 387-402.
- Huddleston T. and Walker AK. 1994.-** A revision of *chelonus scrobiculatus* species, group of cheloninae (Insecta, hymenoptera, Braconidae). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*. 96: 153- 168.
- Idder A., 1984.-** Inventaire des parasites d'*Ectomylois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale. Mémoire Ingénieur. ENA. El-Harrach, 63p.
- Idder MA., Bolland P., Pintureau B. et Doumandji-Mitiche B. 2009a.-** Efficacité de *Tririchogramma cordubensis* Vargas & Cabello (Hymenoptera , Trichogrammatidae) pour lutter contre la pyrale des dattes *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera , Pyralidae) dans la palmeraie d'Ouargla, Algérie. *Recherche agronomique*, 23 : 58-64.
- Idder MA., Idder Ighil H., Saggou H. et Pintureau B. 2009b.-** Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variété du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. *Cahiers Agricultures*, 18 (1) : 63-71.
- Ixtapa Z. 2015.-** Propositions de nouveaux travaux sur les normes codex pour les fruits et légumes frais. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires Comité du codex sur les fruits et légumes frais 15(9) : 19 p.
- Jones D. 1985.** Endocrine interaction between host (Lepidoptera) and parasite (Cheloninae in Hymenoptera): Is the host or the parasite in control. *Ann. ent. Soc. Am.* 78: 141148.
- Kanaoui MM. 2009.-** *Ectomyelois (Myelois) ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) Carob Moth. ([http://www.iraqidatepalms.net/Uploaded/file/Ectomyelois\\_ceratoniae Oman.pdf](http://www.iraqidatepalms.net/Uploaded/file/Ectomyelois_ceratoniae_Oman.pdf); 20/09/2015).
- Kanaoui MM. 2012.-** Méthodes de lutte contre les insectes des dattes stockés. (<http://www.iraqidatepalms.net/Uploaded/file/Stored%20product%20dates%20control.pdf>; 20/09/2015).
- Khachai S.- 2001.** Contribution à l'étude de comportement hydro physique des sols du périmètre de l'I.T.D.A.S (Ain Bennoui), plaine de l'Outaya. *Mem. Magist. Université de Batna*, 132 p.
- Khalafalla Saber A. 2012.-** Role of the larval parasitoid, *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera, Braconidae) in the control of *Cadra (Ephestia) cautella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Pyralidae) in Egypt. *Proc. 7th Int. Con. Biol. Sci. (Zool.)* : 109 -115.
- Khoualdia O. et Marro J. 1996. -** La Pyrale des dattes : essai de lutte biologique à l'aide de parasitoïdes. Rapport de synthèse de l'atelier. Ed. C.I.H.E.M. Option méditerranéennes, 184 p.
- Khoualdia O., Jarraya A., Rhouma A., Marro JP. et Brun J. 1996.-** Utilisation de *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera.:Trichogrammatidae) contre la pyrale des dattes. *Annales de l'INRAT*, 69 : 197-205
- Knudsen G.K., Bengtsson M., Kobro1 S., Jaastad G., Hofsvang1 T. and Witzgall P., 2011.-** Discrepancy in laboratory and field attraction of apple fruit moth *Argyresthia conjugella* to host plant volatiles. *Physiological entomology*, 33(1): 1-6.
- Krishna Ayyar PN. 1934.-** A very destructive pest of stored products in south India, *Corcyra Cephalonica*, Staint. (Lep.). *Bull. Entomol. Res.*, 25(02) :155 - 169.
- Laing D R. and Caltagirone L.E. 1969.-** Biology of *Habrobracon lineatellae* (Hymenoptera, Braconidae). *Can. Ent.* 101: 135-142.

- Le Berre M., 1978.-** Mise au point le problème du ver de la date, *Myelois Myelois ceratoniae* Zeller. Bulletin d'agronomie. Saharienne, I (4): 1-35.
- Lebdi Grissa K., Mejri O. and Ben Brahim H. 2011.-** Effect of diapause for improving mass-rearing and field performance of irradiated carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), in Tunisia. Increasing the efficiency of Lepidoptera sit by enhanced Quality control. Vienna: 35-37.
- Lebreton P. 1978.-** Initiation aux disciplines de l'environnement. Ed. Inter-éditons, Paris, 239 p.
- Lepigre A. 1961-** Aspect scientifique et pratique de la lutte contre le ver des dattes. Les Journées de la dattes, pp 31- 37.
- Lepigre A. 1963.-** Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller (Pyralidae). Epiphyties, 14 (2): 85-105.
- Leppla NC. 2014.-** Concepts and methods of quality assurance for mass-reared parasitoids and predators. In: Morales-Ramos JA., Guadalupe Rojas M. and Shapiro-Ilan DI., eds. Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens. Waltham, MA, USA: Academic Press, 277-317.
- Maafi M A et Chi H. 2006. -** Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) on Two Pyralid Hosts (Lepidoptera, Pyralidae). Annals of the Entomological Society of America. 99(1) : 84 – 90.
- Maatallah S. 1970.-** Contribution à la valorisation de la dattes Algérienne. Mémoire. Ing. INA. El-Harrach, 121p.
- Madkouri M. 1978.-** Etude des relations hôte-parasite sur le terrain et au laboratoire. Al- Awamia, 56 : 37-70.
- Manickavasagam S. Baskaran P and Ramesh B. 1994.-** Does host availability regulates the fecundity and longevity of Trichogramma? Les Colloques de L'INRA 73: 91-94.
- Mediouni Ben Jemaa J. and Dhouibi M.H., 2007.-** Mass-rearing and field performance of irradiated carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. Area-wide control of insect pest, 265-273.
- Mediouni Ben Jemaa J., Fukova I., Frydrychova R., Dhouibi MH. and Marec F. 2004.-** Karyotype, sex chromatin and sex chromosome differentiation in the carob moth,
- Mehaoua MS. 2014.-** Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte. Thèse Doctorat en Sciences agronomiques. Université de Biskra : 90p.
- Mehaoua MS., Kardi K., Hadjeb A. et Ouakid ML. 2017.-** Etude de quelques paramètres biologiques du *Bracon hebetor* say sur les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller. AFPP – 11e conférence internationale sur les ravageurs et auxiliaires en agriculture Montpellier, Super Agro 25 et 26 octobre : 494-501.
- Messar EM. 2010.-** Le secteur phœnicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon., n° 28 : pp 23-44.
- Moreno J., Mari R., Jimener P. 1992.-** Estudio de la capacidad reproductora y longevidad de las henbras de *Phanerotoma ocularis* Kohl ( Hymenoptera, Braconidae) Bol. Sar. Veg, Plagas 18: 625 - 629.
- Munier P. 1973.-** Le palmier dattier. Ed. G-P. Maisonneuve et Larousse. Paris, 221p.
- Naidji T. et Kebici H. 2009.-** Étude de quelques aspects bioécologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et essai de lutte biologique par le Spinosad dans les conditions contrôlées. Mémoire. Ing. Agro, Université de Biskra. 53 p.
- Nay JE. and Perring TM. 2006.-** Effect of fruit moisture content on mortality, development and fitness of the Carob moth (Lepidoptera, Pyralidae). Environmental Entomology. 35: 237-244.
- Parker HL., 1951.-** Parasites of the Lima Bean Pod Borer in Europe. Techn. Bull. U.S. Dep. Agric. 1036: 127, figs. 110.
- Peter C. et David B V. 1992.-** Biology of *Phanerotoma hendecasisella* (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of *Diaphania indica* (Lepidoptera, Pyralidae). Entomophaga 37 (1) : 3-9.
- Petit H. 2010.-** Palmier à huile, palmier dattier ; deux cultures stratégiques. Revue. Biofutur, 315 : 54-56.
- Peyron G. 2000. -** Cultiver le palmier dattier. Ed. C.I.R.A.D. France, 109 p.
- Peyrovil M., Goldansaz SH. and Jahromi KT. 2011.-** Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in Qom pomegranate orchards (Iran). African journal of biotechnology, 10 (3) : 380-385.
- Ramade F. 1984.-** Élément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Hill, Paris, 197 p.

- Ramade F. 2003.**- Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
- Reynes M. 1997.**- Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualités physico-chimiques et biochimiques de la datte. Thèse doctorat de l'INPL (institut national polytechnique de lorraine), France.182p.
- Robert Y. et Rouze-Jouan J. 1976.**- Premières observations sur le rôle de la température au moment de la transmission de l'enroulement par *Aulacorthum solani* Kltb., *Macrosiphum euphorbiae* Thomas et *Myzus persicae* Sulzer. *Patato Research*, 14: 154-157.
- Roth M. 1972.**- Les pièges à eau colorés utilisés comme pot de Barber. Extrait de la revue zoologie agricole et de pathologie végétale. 1- 6.
- Rouahna H. 2007.**- Relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région de Ain Ben Noui-biskra. Thèse Mag. Université de Batna, 83 p.
- Saadat D, Bandan Ali R. et Dastranj M. 2014.**- Comparison of the developmental time of *Bracon hebetor* (Hymenoptera, Braconidae) reared on five different lepidopteran host species and its relationship with digestive enzymes. *Eur. J. Entomol*, 111(4): 495-500.
- Sachs L. 1978.**- Angewandte statistik. Statistische methoden und ihrer anwendungen. Ed, Springer verlag, Berlin-Heidelberg, New York, 552p.
- Sahli Z. 2013.**- Contraintes et possibilités ouvertes à la construction d'un signe officiel de qualité: une indication géographique pour la datte Deglet Nour de Timacine (Sud- est algérien) indications géographiques, dynamiques, socioéconomiques et patrimoine bio-culturel en Turquie et dans les pays méditerranéens, option séminaires méditerranéens n°: 10, pp.69.
- Sawaya WN., Khalil JK., Safi WM. Al-Shalat A. 1983.**- Physical and Chemical Characterization of Three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16 (2): 87-93.
- Shah Alam MD., Zintul Alam MD., Syed Nurulalam MD., Ramiz Uddin Miah MD., Ismail Hossain Mian MD. and Mofazzal Hossain MD. 2014.**- Biology of *Bracon Hebetor* Reared on Wax Moth (*Galleria mellonella*) Larvae. *Persian Gulf Crop Protection*, (3) 4: 54-62.
- Shaw MR. and Huddleston T.,1991.**- Classification and Biology of Braconid Wasps. Royal Entomological Society London, Henry Ling Ltd. Dorset Press, Dorchester, 7, part 11, 110 pp.
- SIDAB. 2017.**- Salon International de la Datte de Biskra, organisation de la Chambre de Commerce et d'Industrie des Ziban et la Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie 3<sup>ème</sup> édition, du 02 au 04 décembre 2017.
- SIDAB. 2015.**- Salon International de la Datte de Biskra, organisation de la Chambre de Commerce et d'Industrie des Ziban et la Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie 1<sup>ère</sup> édition, du 21 au 24 mars 2015.
- Sorensen JG., Addison MF. and Terblanche JS. 2012.**- Mass-rearing of insects for pest management: challenges, synergies and advances from evolutionary physiology. *Crop Prot*, **38** : 87-94.
- Stewart P. 1969.**- Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; quelques réflexions. *Bull. soc. Hist. Afr. Du Nord* : 24-25.
- Van Lenteren JC. 2000.**- Success in Biological Control of Arthropods by Augmentation of Natural Enemies GG urranti S. Wratten (eds.), *Biological Control: Measures o/Success*, pp 77-103.
- Van Lenteren JC. 2008.**- Internet Book of Biological Control, version 5. Wageningen, The Netherlands: IOBC.
- Viladerbo A. 1973.**- Les Principaux parasites de la datte et du dattier. In Munier P. le palmier dattier Ed. G-P. Maisonneuve et Larousse. Paris. Pp 67-108.
- Wertheimer M.,1958** – Un des principaux parasites du palmier dattier Algérien : le *Myelois decolore*. *Revue Fruits*. 13 (8): 109-123.
- Zare D., Sendi JJ., Nodoushan A J. and Khosravi R. 2013.**- Life table parameters and biological characteristics of *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) on three cultivars of pomegranate, *Archives of Phytopathology And Plant Protection*.46 (7): 766-773.
- Zouiouche FZ et Rahim F. 2008.**- Etude de quelques aspects bioécologiques de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., (Lepidoptera, Pyralidae) et essai d'une lutte biologique par *Bacillus thuringiensis* var *Kurstaki* dans la région de Biskra. *Mémoire. Ing. Inst. Agro. Biskra*, 100 p.



**Zouiouche FZ. 2012.-** Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Thèse magister. ENA, Alger, (Algérie), 118 p.

**www.Tutiempo.net/en. 2015.-** Weather. Climate. Africa. Algeria. Biskra.

**Titre :** Variations du niveau d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et contribution à la mise en place d'une méthode de lutte alternative dans la région de Biskra.

### **Résumé**

La pyrale de dattes *Ectomyelois ceratoniae* occupe une place prépondérante et inquiétante en Algérie, menaçant la filière dattes d'une année à l'autre, notamment la variété la plus commercialisée Deglet Nour. Le présent travail a pour objectif d'étudier le comportement de ce bioagresseur *in natura*, d'une part, par le suivi des fluctuations saisonnières des adultes au sein de deux palmeraies et l'étude des variations de niveau d'infestation à partir des dattes de la variété Deglet Nour prélevées du sol et des régimes durant les campagnes dattières des années 2012, 2013 et 2014 d'autre part. Ainsi, dans le cadre de la recherche des moyens de luttés alternatives, qualifiés biologiques, nous avons procédé à l'élevage de deux parasitoïdes autochtones *Bracon hebetor* et *Phanerotoma flavitestacea* dans les conditions contrôlées. L'étude de cycle de développement, reproduction, croissance et comportement parasitaire s'avérée nécessaire pour dévoiler les potentialités parasitaires de chacun d'eux sur *E. ceratoniae*. Et d'engager à la fin par une tentative de lutte biologique inoculative par le parasitoïde ovo larvaire *Phanerotoma flavitestacea* dans la palmeraie de Magtoufa (Tolga, Biskra).

D'après, les résultats des fluctuations du vol des adultes, trois générations chevauchantes de la pyrale sont marquées ; la première génération est hiverna-printanière puis succédée par une deuxième génération estivale, puis une troisième génération estiva-automnale. Cette dernière représente la période de vol la plus importante constatée durant les trois ans. Dans laquelle, les conditions climatiques qui règnent en saison automnale sont propices à la prolifération des populations de ce ravageur. Dont, le thermopréférendum de *E. ceratoniae* va de 25 à 30°C.

Le suivi des taux d'infestation de dattes tombées au sol et des dattes prélevées des régimes, montre qu'une infestation précoce par la pyrale est détectée chez les dattes tombées au sol, dont les taux les plus élevés sont enregistrés sur ces dattes dans les deux sites et durant les trois ans de suivi.

Les paramètres biologiques de deux parasitoïdes étudiés montrent des fortes capacités parasitaires qui l'ont attribué comme des excellents agents de lutte.

Les essais de lâcher montrent que les doses des lâchers adoptés ont un effet positif sur l'évolution du taux de parasitisme notamment durant l'année de l'application des lâchers et également au cours du temps dont les doses les plus fiables sont 100 et 150 individus/décade dont la dose 150 individus a réduit l'infestation par un taux de 33,08% chez les dattes chutées et de 41,59% au niveau des dattes sur régime.

Egalement, un parasitisme naturel de *P. flavitestacea* est établi durant les années 2014 et 2015 résultant de la persistance du parasitoïde dans la palmeraie.

**Mots clés :** Palmeraie, Deglet Nour, *Ectomyelois ceratoniae*, Parasitoïdes, Potentialité parasitaire, Lutte biologique inoculative.

**Title:** Variations in the infestation level of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) and contribution to the implementation of alternative control method in the Biskra region.

**Abstract :**

The date moth *Ectomyelois ceratoniae* occupies a preponderant and worrying place in Algeria, menacing the sector dates from year to year, especially the most marketed variety Deglet Nour. This work aims to study the behavior of this bioaggressor *in natura*, on the one hand, by monitoring the seasonal fluctuations of adults in two palm groves and monitoring of variations in the infestation level from dates of the Deglet Nour variety taken from the soil and palm trees during the date campaigns of 2012, 2013 and 2014 on the other hand. In the quest for means as alternative to the chemical control, qualified as biological. We proceeded to rearing two indigenous parasitoids *Bracon hebetor* and *Phanerotoma flavitestacea* under controlled conditions. The study of the cycle of development, reproduction, growth and parasitic behavior has been shown to be necessary to reveal the parasitic potential of each of them on *E. ceratoniae* and finely engage by an attempted inoculative biological control by the parasitoid egg-larval *Phanerotoma flavitestacea* in the palm of Magtoufa (Tolga, Biskra).

Monitoring fluctuations of adult's flight, allowed us to detected three overlapping flight periods; the first generation is winter-spring then succeeded by a second summer generation, then a third summer-autumn generation. The latter is the most important flight period recorded during the three years. In which the climatic conditions in autumn season are conducive to the proliferation of populations of this pest, so, the thermopreferendum of *E. ceratoniae* ranges from 25 to 30°C.

Monitoring the infestation rates of dropped dates and dates taken from palm tree, shows that early infestation by the moth is detected in dropped dates, with the highest rates are recorded on those dates in both sites during the three monitoring year.

The biological parameters of two parasitoids studied show powerful parasitic capacities which have attributed it as excellent control agents.

Release essay show that the doses of releases adopted have a positive effect on the evolution of the parasitism rate, especially during the year of application of the releases and also during the time that the most reliable doses are 100 and 150 individuals / decade whose dose of 150 individuals reduced the infestation by a rate of 33.08% in dropped dates and by 41.59% in palm tree.

Also, a natural parasitism of *P. flavitestacea* was established during the years 2014 and 2015 resulting from the persistence of the parasitoid in the palm grove.

**Key words:** Palm grove, Deglet Nour, *Ectomyelois ceratoniae*, Parasitoides, Parasitic potential, Inoculative biological control.

## العنوان

الاختلافات في مستوى الإصابة بفراشة التمر *Ectomyelois ceratoniae* Zeller ،1839 (Lepidoptera ،Pyralidae) والمساهمة في تطبيق طرق مكافحة البديلة في منطقة بسكرة.

## الملخص

مكاناً مهماً ومقلّماً في الجزائر ، مما يهدد زراعة التمور من عام إلى آخر ولا سيما *Ectomyelois ceratoniae* تحتل فراشة التمر الصنف الأكثر تسويقاً دقلة نور. الهدف من هذا العمل هو دراسة سلوك هذه الآفة في بساتين النخيل من جهة ، من خلال متابعة تغيرات الطيران الفصلية للطور البالغ في البساتين ودراسة الاختلافات في مستوى الإصابة من التمور من صنف دقلة نور التي سقطت على الأرض والتمور المأخوذة من العراجين خلال مواسم التمور لسنوات 2012 ، 2013 و 2014 من ناحية أخرى. وكذلك، كجزء من البحث عن وسائل بديلة لمكافحة بيولوجية مؤهلة ، قمنا بتربية اثنين من *Bracon hebetor* و *Phanerotoma flavitestacea* الطفيليات في المخبر *Ectomyelois ceratoniae*. دراسة دورة التطور والتكاثر والنمو والسلوك الطفيلي ضروري للكشف عن الإمكانيات الطفيلية لكل منها على

وأخيراً الشروع في محاولة للمكافحة البيولوجية التطعيمية مع طفيلي بيض اليرقات *Phanerotoma flavitestacea* في بستان للنخيل بمقطورة بطولقة ولاية بسكرة.

بناءً على نتائج متابعة طيران الطور البالغ ، تم تمييز ثلاثة أجيال متداخلة لهذه الحشرة، الجيل الأول شتاء - ربيع ثم جيل صيفي ثاني ، ثم جيل صيف - خريف ثالث. يمثل الجيل الأخير أهم فترة طيران لوحظت خلال سنوات الدراسة الثلاث حيث تكون الظروف المناخية السائدة في فصل الخريف مواتية لتكاثر هذه الحشرة حيث أن درجات الحرارة المفضلة لها تتراوح بين 25 و 30 درجة حرارية.

رصد معدلات الإصابة بيرقات هذه الحشرة في التمور المتساقطة على الأرض و المأخوذة من العراجين ، يوضح أنه تم الكشف عن إصابة مبكرة في التمور المتساقطة ، وسجلت أعلى معدلات في هذه التمور في الموقعين خلال سنوات المتابعة الثلاث. أظهرت العوامل البيولوجية لاثنين من الطفيليات التي تمت دراستها قدرات طفيلية قوية مما يجعلها عوامل مكافحة ممتازة أظهرت اختبارات الإطلاق لهذه الحشرة في بساتين النخيل أن جرعات الإطلاق المعتمدة لها تأثير إيجابي على تطور معدل النطف ، لا سيما خلال سنة تطبيق الإطلاق وأيضاً بمرور الوقت ، الجرعات الأكثر موثوقية منها هي 100 و 150 فرداً حيث أن جرعة 150 فرداً خفضت نسبة الإصابة بيرقات هذه الحشرة بنسبة 33,08 % في التمور المتساقطة على الأرض و بنسبة 41,59 % في التمور المأخوذة من العراجين.

كما تم ملاحظة تطفل طبيعي ل *P. flavitestacea* خلال عامي 2014 و 2015 نتيجة لاستمرار الطفيل في بستان النخيل

**الكلمات الدالة:** بستان نخيل ، *Ectomyelois ceratoniae* ، الطفيليات ، الإمكانيات الطفيلية ، مكافحة بيولوجية مؤهلة دقلة نور.