



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE DE DOCTORAT

Spécialité : Sciences Biologiques

Option: Interactions Plantes Animaux Dans Les Ecosystèmes Naturels Et Cultivés

Présentée par :

Mme LAMARA MAHAMED Ep. ALLAHOUM Radhia

*Thème*

**Bioécologie de la teigne de la pomme de terre  
*Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera :  
Gelechiidae) sur quelques variétés de pomme de terre  
et essais de lutte.**

Soutenue publiquement le 13/10/2020

devant le jury composé de :

Président :	Mr KELLOUCHE Abdellah	Professeur U.M.M. Tizi-Ouzou
Directeur de thèse :	Mme LARDJANE-AIT SLIMANE Nadia	M.C.A. U.M.M. Tizi-Ouzou
Co-Directeur de thèse :	Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur U.M.M. Tizi-Ouzou
Examinatrices :	Mme DAOUDI-HACINI Samia	Professeur E.N.S.A. Alger
	Mme MOUMEN-MESSGO Saida	M.C.A U. Blida
	Mme MOUHOUCHE Farida	Professeur E.N.S.A. Alger

Année universitaire 2019/2020.

## *Remerciements*

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Mme LARDJANE-AIT SLIMANE Nadia, Maitre de conférences classe A. à l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, et pour son soutien sans faille, ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité.

Je remercie vivement également Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja professeur à l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou d'avoir accepté de codiriger ce travail, et l'intérêt qu'elle lui porte, pour sa bienveillance, pour ses conseils et ses encouragements.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à KELLOUCHE Abdellah professeur à l'Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, pour l'honneur qu'il me fait en présidant le jury.

Je remercie vivement Mme DAOUDI-HACINI Samia, professeur à l'Ecole nationale supérieure d'Agronomie d'El Harrach, Mme MOUMEN-MESSGO Saida Maitre de Conférences classe A. à l'université de Blida et Mme MOUHOUCHE Farida professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach, pour avoir accepté de prendre de leur temps pour lire et examiner cette thèse.

Mes remerciements les plus sincères pour toute l'équipe du laboratoire de Production, Sauvegarde des Espèces Menacées et des Récoltes, pour leur aide qui m'a permis de mener à bien ce travail particulièrement Mme GOUCEM-KHELFANE Karima Maitre de Conférence classe A. qui a beaucoup apporté à ce travail.

J'exprime également ma profonde gratitude à Mr Siafa A. Maitre de conférence à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach, de m'avoir initié à l'élevage de la teigne de la pomme de terre

Mes remerciements les plus profonds pour toutes les amies de la promo « Interaction plantes-animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés en particuliers Habbi A., Laoudi T., Korichi Y. et Ikhlef H.

Je remercie vivement tous le personnel de l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles (station d'Isser), ainsi que le personnel de la Station Régionale de la Protection des Végétaux de D.B.K. (Tizi-Ouzou), la Direction des Services Agricoles de Tizi-Ouzou, et tous les agriculteurs qui nous ont permis de travailler dans leurs champs.

Je voudrais également remercier mon très cher époux Yacine, de m'avoir apporté son amour et son soutien au quotidien.

Je voudrais aussi exprimé ma gratitude à mes sœurs, leurs époux et leurs enfants et mon frère et sa famille pour leur soutien et leur amour, sans oublier ma belle famille.

Enfin je voudrais dédier ce travail à la mémoire de mon très cher « Papa » qui nous a quitté très tôt et à ma très chère « Maman » que dieu la garde pour nous.

# *Sommaire*

# Table des matières

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
-----------------------------------	----------

## Partie bibliographique

### Chapitre I : Présentation de plante hôte *Solanumtuberosum* L.

1. Origine et Histoire .....	4
2. Description Botanique.....	4
2.1. Système Aérien .....	4
2.2. Système Souterrain.....	4
3. Systématique .....	6
4. Cycle de Reproduction .....	6
5. Composition biochimique du tubercule .....	7
6. Valeur alimentaire .....	8
7. Toxicité.....	9
8. Variétés de pomme de terre.....	9
9. Exigences édapho-climatiques .....	9
9.1. Température .....	9
9.2. Alimentation en eau .....	10
9.3. Lumière .....	10
9.4. sols.....	10
10. Exigences en éléments nutritifs.....	10
10. Production de la pomme de terre.....	10
10.1. Dans le monde .....	10
10.2. En Algérie .....	11
11. Problèmes phytosanitaire .....	12
11.1. Maladies fongiques .....	12
11.2. Maladies virales.....	13
11.3. Maladies bactériennes .....	13
11.4. Ravageurs .....	14

### Chapitre II : Présentation de l'insecte *Phthorimaea operculella* Zeller

1. Généralités .....	15
2. Systématique .....	15
3. Description. ....	16
3.1. Œufs .....	16
3.2. Larve.....	16
3.3. Chrysalide.....	17
3.5. Adulte .....	17
4. Dimorphisme sexuel.....	18
5. Cycle biologique .....	19
6. Répartition géographique .....	20
7. Symptômes et Dégâts .....	20
7.1. Dégâts sur feuillage .....	20
7.2. Dégâts sur tubercules .....	21
8. Hôtes alternatifs.....	22
9. Méthodes de luttés.....	22
9.1. Lutte chimique.....	22
9.2. Lutte culturelle .....	23
9. 3. Lutte biologique .....	23

### Chapitre III : Présentation des régions d'études

1. Présentation des régions d'étude .....	25
1.1. Région de Boumerdes .....	25
1.2. Région de Tizi-Ouzou .....	25
2. Caractéristiques climatiques.....	28
2.1. Température .....	28
2.2. Pluviométrie .....	30
2.3. Humidité relative.....	31
2.4. Diagramme ombrothermique .....	33
2.5. Quotient pluviométrique .....	34
3. Type de sol .....	35
4. Entretien des stations.....	35
4.1. Plantation est buttage .....	35
4.2. Binage.....	36
4.3. Irrigation.....	36
4.4. Fertilisation.....	36
4.5. Traitements phytosanitaires.....	37

### Chapitre IV : Bioécologie de *Phthorimaea operculella* Zeller

1. Introduction .....	38
2. Matériel et méthodes .....	38
2.1. Matériel végétal.....	38
2.1.1. Région d'Isser (Boumerdes).....	38
2.1.1.1. Caractères descriptives de la Spunta .....	38
2.1.1.2. Caractères descriptives de la Désirée .....	39
2.1.1.3. Caractères descriptives de la Kenza .....	39
2.1.1.4. Caractères descriptives de la Crispe .....	39
2.1.2. Régions de Tizi-Ouzou.....	40
2.1.2.1. Caractères descriptives de la Fabula.....	40
2.1.2.2. Caractères descriptives d'Arinda.....	40
2.1.2.3. Caractères descriptives de la Synergy .....	40
2.1.2.4. Caractères descriptives de la Timate .....	40
2.1.2.5. Caractères descriptives de la Florice .....	41
2.2. Pièges à phéromone.....	41
2.3. Prélèvement de feuillage .....	42
2.4. Traitements des données .....	42
3. Résultats .....	42
3.1. Suivi de la dynamique des adultes mâles .....	42
3.1.1. Evolution temporel du nombre d'adultes mâles capturées.....	42
3.1.2. Corrélation entre le nombre d'adultes Mâles capturées et les températures .....	45
3.2. Densité des œufs de <i>P. operculella</i> sur le feuillage .....	46
3.2.1. Dans la région d'Isser (Boumerdes).....	46
3.2.1.1. Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles .....	46
3.2.1.2. Distribution des œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> selon les faces foliaires sur les variétés Spunta, Désirée, Kenza et Crisper de la pomme de terre.....	48
3.2.1.3. Distribution des œufs par les femelles de <i>P. operculella</i> selon les étages foliaires sur les variétés Spunta, Désirée, Kenza et Crisper .....	49
3.2.2. Dans la région de Tizi-Ouzou .....	50
3.2.2.1. Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles .....	50

3.2.2.2. Distribution des œufs selon les faces foliaires sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate .....	52
3.2.2.3. Distribution des œufs par les femelles de <i>P. operculella</i> selon les différents étages foliaires sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate.....	53
3.3. Densité larvaire de <i>P. operculella</i> sur le feuillage de la plante hôte .....	54
3.3.1. Dans la région d'Isser (Boumerdes).....	54
3.3.1.1. Nombre moyen de larves de <i>P. operculella</i> .....	54
3.3.1.2. Distribution des larves selon les faces foliaires des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes.....	56
3.3.1.3. Distribution des larves de <i>P. operculella</i> selon les étages foliaires des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes.....	57
3.3.2. Dans la région de Tizi-Ouzou .....	58
3.3.2.1. Nombre moyen de larves de <i>P. operculella</i> .....	58
3.3.2.2. Distribution des larves selon les faces foliaires des variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées.....	60
3.3.2.3. Distribution des larves <i>P. operculella</i> selon les étages foliaires sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées dans la région de Tizi-Ouzou.....	61
Discussion .....	62

## Chapitre V : Inventaire de l'entomofaune inféodée à la pomme de terre

1. Introduction .....	67
2. Matériels et méthodes.....	67
2.1. Matériel végétal.....	67
2.2. Inventaires des insectes .....	67
2.2.1. Méthodologie adoptée sur le terrain.....	67
2.2.1.1. Pièges colorés .....	67
2.2.1.2. Pots Barber .....	68
2.2.1.3. Filet fauchoir .....	69
2.2.1.4. Prélèvement des feuilles.....	69
2.2.2. Méthodologie adoptée au laboratoire .....	69
2.3. Exploitation des résultats .....	70
2.3.1. Qualité de l'échantillonnage.....	70
2.3.2. Indices écologiques de compositions .....	70
2.3.2.1. Richesse totale (S).....	70
2.3.2.2. Fréquence centésimale (F.C. %) ou abondance relative (A .R. %).....	71
2.3.2.3. Fréquence d'occurrence (F.O. %) .....	71
2.3.3. Indices écologiques de structure .....	71
2.3.3.1. Indice de diversité de Shannon.....	72
2.3.3.2. Diversité maximale .....	72
2.3.3.3. Indice d'équitabilité.....	72
3. Résultats .....	73
3.1. Composition taxonomique de l'entomofaune récoltée.....	73
3.2. Répartition des espèces en fonction des ordres.....	75
3.3. Effectifs des espèces capturées .....	76
3.4. Répartition des espèces selon leur régime alimentaire.....	76
3.5. Répartition des insectes en différents groupes fonctionnels .....	77
3.6. Qualité de l'échantillonnage.....	78
3.7. Exploitation des résultats par les indices de composition.....	79

3.7.1. Variation temporelle de la richesse totale (S) et moyenne (Sm) des espèces capturées chez les deux variétés .....	79
3.7.2. Abondance relative.....	79
3.7.2.1. Abondance relative en fonction des ordres d'insectes .....	79
3.7.2.2. Abondance relative en fonction des familles d'insectes .....	80
3.7.2.3. Abondance relative en fonction des espèces d'insectes .....	82
3.7.3. Fréquence d'occurrence des espèces capturées dans les deux variétés.....	84
3.8. Exploitation des résultats par les indices de structures .....	86
4. Discussion .....	87

## Chapitre VI : Essais de lutte avec les huiles essentielles sur *P. operculella* Zeller

1. Introduction .....	90
2. Matériels et méthodes.....	90
2.1. Matériel biologique .....	90
2.1.1. Insectes et tubercules de pomme de terre.....	90
2.1.2. Huiles essentielles .....	91
2.1.2.1. Huile essentielle d'eucalyptus .....	91
2.1.2.2. Huile essentielle du pin maritime.....	91
2.1.2.3. Huile essentielle du lentisque .....	91
2.1.2.4. Huiles essentielles du genévrier .....	92
2.2. Méthodologie .....	92
2.2.1. Elevage en masse de <i>P. operculella</i> .....	92
2.2.2. Test par inhalation des huiles essentielles sur les différents stades de <i>P. operculella</i> ...93	
2.2.2.1. Essai de traitement sur chrysalides.....	93
2.2.2.2. Essai de traitement sur larves néonates .....	94
2.2.2.3. Essai de traitement sur les œufs .....	94
3. Analyse des données .....	94
3.1. Analyse de la composition chimique des huiles essentielles .....	94
3.2. Test ANOVA.....	95
4. Résultats .....	95
4.1. Composition chimique des huiles essentielles.....	95
4.2. Etude de l'émergence des chrysalides.....	97
4.3. Etude de la mortalité des larves néonates.....	102
4.3. Etude d'éclosion des œufs.....	103
5.1. Discussion .....	104
Conclusion.....	107
Références bibliographiques.....	111
Annexes	

## Listes des figures

Figure n°	Intitulé	Pages n°
1	Morphologie du plant de la pomme de terre	5
2	Composition chimique du tubercule de la pomme de terre.	8
3	Production mondiale de la pomme de terre entre 2007 et 2017	11
4	Productions et superficies de la culture de pomme de terre en Algérie de 2007 à 2017	12
5	Œufs de la teigne de la pomme de terre <i>P. operculella</i> (GX40)	16
6	Différents stades larvaires de <i>P. operculella</i> (GX40)	17
7	Chrysalide de <i>P. operculella</i> ; face ventrale (a) et face dorsale (b) (GX20)	17
8	Adultes de la teigne de la pomme de terre; adulte mâle (a), adulte femelle (b) (GX20)	18
9	Dimorphisme sexuel de <i>P. operculella</i> chez les chrysalides (A) et chez les adultes (B)	19
10	Distribution de la teigne de la pomme de terre <i>Phthorimaea operculella</i> dans le monde	20
11	Dégâts de <i>P. operculella</i> sur les feuilles de la pomme de terre	21
12	Dégâts de <i>P. operculella</i> sur les tubercules de la pomme de terre	22
13	Présentation des régions d'étude, A : région de Boumerdes, B : région de Tizi-Ouzou	27
14	Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de la région d'Isser durant l'année d'étude 2016	28
15	Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de la région de Tizi-Ouzou durant l'année d'étude 2017	29
16	Variation des températures maximales, minimales et moyennes mensuelles dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2018.	29
17	Variation mensuelles des précipitations dans la région d'Isser durant l'année d'étude 2016	30
18	Variation mensuelles des précipitations dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année d'étude 2017	30
19	Précipitations moyenne mensuelles enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou pendant l'année 2018.	31
20	Humidité relative mensuelle de la région d'Issercouvrant l'année d'étude 2016	32
21	Humidité relative mensuelle de la région de Tizi-Ouzou couvrant l'année d'étude 2017	32
22	Variations des moyennes mensuelles d'humidité relative enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou entre juillet 2016 à juin 2017	32
23	Diagramme ombrothermique de Bagnoules et Gausse de la région d'Isser sur 10 ans de 2006 à 2016	33
24	Diagramme ombrothermique de Bagnoules et Gausse de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans de 2008 à 2018	34
25	Climatogramme d'Emberger pour les régions d'Isser et de Tizi-Ouzou.	35
26	Tubercules des variétés utilisées dans la région d'Isser ; Spunta (a), Désirée (b), Kenza (c), Crisper (d)	39

27	Tubercules des variétés utilisées dans la région de Tizi-Ouzou ; Fabula (a), Arinda (b), Synergy (c), Timate (d), Florice (e)	41
28	Piège à phéromone de type Delta	42
29	Nombre d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> capturés par les pièges à phéromones chez quatre variétés de pomme de terre (Spunta, Kenza, Crisper, Désirée) à Boumerdes.	43
30	Nombre d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> capturés par les pièges à phéromones chez cinq variétés de pomme de terre (Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate) dans la région de Tizi-Ouzou.	43
31	Corrélation entre le nombre d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> et les températures moyennes dans la région d'Isser (Boumerdes).	45
32	Corrélation entre le nombre d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> et les températures moyennes dans la région de Tizi-Ouzou.	46
33	Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les quatre variétés de pomme de terre dans la région d'Isser, Boumerdes.	47
34	Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.	48
35	Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires (Supérieures moyen et Inférieures) chez les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.	49
36	Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les cinq variétés de pomme de terre dans la région de Tizi-Ouzou.	51
37	Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.	52
38	Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires (Supérieures, moyens, et Inférieures) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.	53
39	Evolution du nombre moyen de larves de <i>P. operculella</i> recensées sur les feuilles des quatre variétés de pomme de terre dans la région d'Isser (Boumerdes).	55
40	Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des faces foliaires (supérieures et inférieures) des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Bouerdes.	56
41	Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des étages foliés (supérieur, moyen et inférieur) chez les variété Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes	57
42	Evolution du nombre moyen de larves de <i>P. operculella</i> recensées sur les feuilles des cinq variétés de pomme de terre dans la région de Tiz-Ouzou.	59
43	Nombre moyen des larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des faces foliales (supérieures et inférieure) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate dans la région de Tizi-Ouzou	60

<b>44</b>	Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des étages foliés (Supérieur, moyen et inférieur) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate dans la région de Tizi-Ouzou.	61
<b>45</b>	Piège colorée ou assiette jaune	68
<b>46</b>	Pots Barber	69
<b>47</b>	Nombre d'espèces d'insectes en fonction des ordres dans la culture de pomme de terre	75
<b>48</b>	Nombre des individus en fonction des ordres dans la culture de pomme de terre.	76
<b>49</b>	Répartition des espèces d'insectes capturées dans la culture de pomme de terre en fonction de leurs régimes alimentaires.	77
<b>50</b>	Répartition des espèces d'insectes recensées dans la culture de la pomme de terre selon leurs fonctions dans l'écosystème	77
<b>51</b>	Fréquence centésimale des espèces d'insectes capturés dans la variété Fabula en fonction des ordres.	80
<b>52</b>	Fréquence centésimale des espèces d'insectes capturés dans la variété Désirée en fonction des ordres.	80
<b>53</b>	Fréquence centésimale des espèces d'insectes capturés dans la variété Fabula en fonction des familles.	81
<b>54</b>	Fréquence centésimale des espèces d'insectes capturés dans la variété Désirée en fonction des familles.	81
<b>55</b>	Elevage en masse de <i>P. operculella</i>	92
<b>56</b>	Dispositif expérimental du test par inhalation par les huiles essentielles sur les différents stades de développement de <i>P. operculella</i>	93
<b>57</b>	Taux d'émergence moyen ( $\pm$ écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles d'Eucalyptus.	97
<b>58</b>	Taux d'émergence moyen ( $\pm$ écart type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du pin maritime <i>P. pinaster</i> .	98
<b>59</b>	Taux d'émergence moyen ( $\pm$ écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du genévrier de Phénicie <i>J. phoenica</i> .	99
<b>60</b>	Taux d'émergence moyen ( $\pm$ écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du lentisque <i>P. lentiscus</i>	99
<b>61</b>	Malformation de l'adulte après émergence d'une chrysalide traitée à l'huile essentielle de lentisque (Originale, 2019).	100
<b>62</b>	Mortalité moyenne ( $\pm$ écart-type) des adultes de <i>P. operculella</i> après émergence traités par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatique.	101
<b>63</b>	Mortalité moyenne ( $\pm$ écart-type) des larves néonates de <i>P. operculella</i> après traitement par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatique.	102
<b>64</b>	Eclosion moyenne ( $\pm$ écart-type) des œufs de <i>P. operculella</i> après traitement par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatique.	103

### Liste des tableaux

Figure n°	Intitulé	Pages n°
1	Teneur en micronutriment d'une pomme de terre crue, non épluchée, 213g	8
2	Produits phytosanitaires utilisés dans les deux régions d'études.	37
3	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> capturés par les pièges à phéromones au niveau des variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.	44
4	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'adultes mâles de <i>P. operculella</i> capturés par les pièges à phéromones au niveau des variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.	45
5	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de pomme de terre dans la région de Boumerdes	47
6	Distribution des œufs (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.	49
7	Distribution des œufs (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) chez les quatre variétés de pomme de terre à Boumerdes.	50
8	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les cinq variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, dans la région de Tizi-Ouzou	51
9	Distribution des œufs (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.	53
10	Distribution des œufs (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) chez les quatre variétés de pomme de terre à Boumerdes.	54
11	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) de larves de <i>P. operculella</i> sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de pomme de terre dans la région d'Isser (Boumerdes).	55
12	Distribution des larves (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.	57
13	Distribution des larves (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) chez les quatre variétés de pomme de terre à Isser (Boumerdes).	58
14	Nombre moyen ( $\pm$ écart type) de larves de <i>P. operculella</i> sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de pomme de terre dans la région de Tizi-Ouzou.	59
15	Distribution des larves (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) chez les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.	61
16	Distribution des larves (nombre moyen $\pm$ écart type) de <i>P. operculella</i> en	62

	fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inferieur) chez les cinq variétés de pomme de terre à Tizi-Ouzou.	
<b>17</b>	Liste de l'ensemble des espèces d'insectes capturées par les différentes méthodes d'échantillonnage chez le deux variété.	73
<b>18</b>	Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces capturées dans les deux variétés de pomme de terre	78
<b>19</b>	Evolution temporelle de la richesse spécifique (S) et de la richesse moyenne (Sm) des espèces capturées hebdomadairement dans les deux variétés étudiées.	79
<b>20</b>	Abondance relative des espèces d'insectes capturés dans les variétés Fabula et Tizi-Ouzou.	82
<b>21</b>	Fréquence d'occurrence des espèces piégées et catégories de constance dans les deux variétés étudiées.	84
<b>22</b>	Valeurs des indices de la diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (H 'max) et l'équitabilité appliqués aux espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnage dans les deux variétés.	86
<b>23</b>	Composition chimique de l'huile essentielle de la plante aromatique d' <i>E. globulus</i> .	95
<b>24</b>	Composition chimique de l'huile essentielle de la plante aromatique de <i>P. pinaster</i>	96
<b>25</b>	Composition chimique de l'huile essentielle de la plante aromatique de <i>J. phoenica</i>	96
<b>26</b>	Composition chimique de l'huile essentielle de la plante aromatique de <i>P. lentiscus</i>	97

# *Introduction*

La pomme de terre, *Solanum tuberosum* L. est la quatrième culture vivrière la plus importante au monde, après le blé le riz et le maïs (Nyabyenda, 2005 ; Pelletier et *al.*, 2011 ). Sa production représente presque la moitié de la production annuelle mondiale de légumes racines et de tubercules avec plus d'un milliard de personnes qui améliorent leur alimentation en consommant les tubercules de cette plante nutritive ( Munyemana et Vonoppen, 1999).

Originnaire de l'Amérique du Sud, la pomme de terre, s'est répandue et imposée comme légume universel dans le monde entier. Elle est devenue, en 450 ans, le légume le plus cultivé, devançant la tomate. Un tel succès s'explique par sa culture facile, son adaptation à de nombreuses conditions climatiques et à différents types des sols, sa productivité élevée et son importante capacité de conservation (Polese, 2006).

Selon la FAO (2019), la production mondiale est passée de moins de 30 millions de tonnes au début des années 60 à plus de 388 millions de tonnes en 2017. Les 10 principaux producteurs de pommes de terre dans le monde sont actuellement la Chine, la Russie, l'Inde, les États-Unis, l'Ukraine, la Pologne, l'Allemagne, la Biélorussie, les Pays-Bas et la France.

En Algérie, la pomme de terre occupe une place majeure dans la composition de la ration alimentaire et de l'équilibre nutritionnel de la population, sa consommation se situe aux alentours de 113 kg/habitant/an. Sa production a connu une remarquable évolution au cours de ces dernières années. Cet essor de la production est suivi par une amélioration du rendement qui est passé de 180 q/ha en 2002 à plus de 300 q/ha en 2013 (Bessaoud, 2016). Actuellement, l'Algérie occupe la 15<sup>ème</sup> place à l'échelle mondiale dans la production de pomme de terre avec 4 606 403 tonnes en 2017 (FAO, 2019).

Cependant, la pomme de terre est en proie à un certain nombre d'insectes ravageurs redoutables. Il s'agit notamment des espèces les plus prolifiques et ayant de grandes capacités d'adaptations, parmi ces ravageurs, la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Giordanengo et *al.*, 2013). Ce microlépidoptère, originaire de la région montagneuse tropicale d'Amérique du Sud, est actuellement le ravageur le plus nuisible de la pomme de terre, cosmopolite il est réparti sur un large éventail des pays en développement des régions tropicales et subtropicales (Sporleder, 2004). Les larves de la teigne de la pomme de terre minent les feuilles, creusent des galeries dans les tubercules, ce qui affecte la production, réduit la qualité des produits et augmente le risque d'infection par des agents phytopathogènes (Gill et *al.*, 2014).

Les dégâts causés par *P. operculella* Zeller tant au champ que dans les structures de stockage, constituent une contrainte majeure pour la production et la conservation de la pomme de terre dans les pays d'Afrique du Nord. Les pommes de terre infestées sont non commercialisable pour le marché frais ou de transformation (Hanafi, 1999). S'il n'est pas contrôlé, cet insecte peut détruire complètement les cultures affectées (Giordanengo et al., 2013). Un taux de 100% de tubercules infestées a été signalée dans les pommes de terre non traitées dans les pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient (Lagnaoui et al., 1996). Alvarez et al., (2005) ont également déclaré que les pertes peuvent atteindre 86% en Tunisie, en Algérie et en Turquie malgré l'utilisation d'insecticides. En Algérie, les pertes causées par la teigne de la pomme de terre ont atteint les 80 % en 2008 (M.A.D.R., 2009).

La gestion des insectes dans la production commerciale de pommes de terre dépend fortement des insecticides de synthèse. Bien que les produits chimiques organiques synthétiques soient utilisés comme un moyen efficace de lutte contre les insectes nuisibles depuis de nombreuses années, leur utilisation répétée pendant des décennies a perturbé la lutte biologique par les ennemis naturels et a conduit à la disparition de certaines espèces d'insectes utiles. Ces insecticides sont souvent associés à des résidus dangereux pour le consommateur et l'environnement, et certains insecticides sont même suspectés d'être cancérigènes (Lamari et al., 2001 ; Tapondjou et al., 2005).

La tendance actuelle est à la recherche et à l'utilisation de méthodes alternatives de lutte contre ; les ravageurs qui, dans le contexte économique, sont efficaces sans présenter les risques liés à l'utilisation des pesticides conventionnels (Ebadollahi, 2013). Les produits d'origines naturelles constituent un moyen efficace dans le contrôle de certains insectes ravageurs, c'est le cas des plantes aromatiques qui sont capables de sécréter naturellement des essences volatiles et huileuses, des oléorésines et/ou des gommés qui ont un effet insecticide (Loubet, 2016). Parmi les extraits de ces plantes, citons les huiles essentielles qui sont des composés volatils et naturels caractérisés par une forte odeur et sont formés comme métabolites secondaires des plantes (Rafiee-Dastjerdi et al., 2013). En effet, ces composés ont des fonctions de défense chimique, agissant comme répulsifs, insecticides, acaricides et en attirant les ennemis naturels des phytophages (Bakkali et al., 2008).

Il existe de nombreuses recherches pour montrer le rôle de certaines huiles essentielle en tant que biopesticide contre les ravageurs de stockage, mais il y a moins de connaissances sur leurs effets sur la teigne de la pomme de terre (Hooshang et al., 2013).

Dans le cadre de cette investigation, nous avons réalisé une étude de la dynamique des populations de *P. operculella* en plein champ sur quelques variétés de pomme de terre ; la Spunta, la Kenza, la Crisper et la Désirée au niveau de la station de l'Institut Techniques des Cultures Maraichères et Industrielles de Boumerdes et les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate au niveau de différentes stations dans la région de Tizi-Ouzou à travers l'évaluation de quelques paramètres bioécologiques du ravageur sur le terrain tels, le suivi de la dynamique des adultes mâles, le choix de ponte des femelles en fonction des faces et des étages foliaires, l'infestation larvaire et l'effet variétal.

Un inventaire des espèces d'insectes inféodées à la culture de pomme de terre sur deux variétés (Désirée et Fabula) en utilisant différentes méthodes de piégeages dans des conditions écologiques (non traitées) est réalisé dans la région de Tizi-Ouzou. Afin d'estimer les insectes auxiliaires et prédateurs de la teigne de la pomme de terre ainsi que les autres ravageurs potentiels de la culture.

Parallèlement, la toxicité par inhalation de quatre huiles essentielles provenant de plantes aromatiques locales, à savoir l'eucalyptus globuleux *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), le pin maritime *Pinus pinaster* (Pinaceae), le lentisque *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) et le genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) est évalué à l'égard des œufs, des larves, des chrysalides de la teigne de la pomme de terre, *P. operculella*. La composition chimique des huiles essentielles de ces espèces végétales est également déterminée par la méthode de chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS).

Nous avons scindé notre travail en six chapitres, dont les deux premiers chapitres, portent une synthèse bibliographique sur la plante hôte la pomme de terre (*S. tuberosum* L.) et son ravageur la teigne de la pomme de terre *P. operculella* Zeller. Le troisième chapitre, est consacré à la présentation géographique des différentes régions d'études et leurs caractéristiques climatiques, édaphiques ainsi que l'entretien des stations d'études. Le chapitre quatre expose le matériel et les méthodes utilisés ainsi que les résultats obtenus et la discussion de la dynamique des populations de la teigne de la pomme de terre en plein champ. Le cinquième chapitre porte sur l'inventaire de l'entomofaune inféodée à la culture de la pomme de terre. Le dernier chapitre décrit les essais de lutte biologique par les huiles essentielles contre les différents stades de développement de *P. operculella*. Enfin, nous clôturons cette présente étude par une conclusion générale et des perspectives de recherches pour les travaux futures.

## *Chapitre I*

---

Présentation de plante hôte *Solanum tuberosum* L.

## 1. Origine et Histoire

La culture de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. a commencé environ 8000 ans avant J-C., en Amérique du Sud. C'est au sud du Pérou à la frontière de la Bolivie, que l'Homme aurait pour la première fois cultivé les pommes de terre, sa culture s'est ensuite généralisée dans le reste de la Cordillère des Andes (Polese, 2006).

La pomme de terre fut introduite, dans le continent Européen, pour la première fois par les marins espagnols vers 1535 (Pelt, 1995). Elle fut apportée en Angleterre par des navigateurs anglais qui avait capturé des vaisseaux espagnols vers 1590. D'Espagne, la pomme de terre envahit toute l'Europe continentale. En Afrique, son introduction a eu lieu après la colonisation (FAO, 1991).

En Algérie, la pomme de terre est introduite pour la première fois par les Maures Andalous vers le XVI siècle. Au cours de la deuxième moitié du XIX siècle, elle sera cultivée par les colons, ce n'est qu'à partir des années 30 et 40 que les Algériens adoptent cette culture (Meziane, 1991).

## 2. Description Botanique

La pomme de terre est une plante à fleurs vivace herbacée, qui peut atteindre 1 mètre de haut et produit des tubercules (Fig. 1). Elle est riche en amidon, raison pour laquelle elle figure parmi les principales cultures vivrières au monde (Anonyme, 2008).

### 2.1. Système aérien

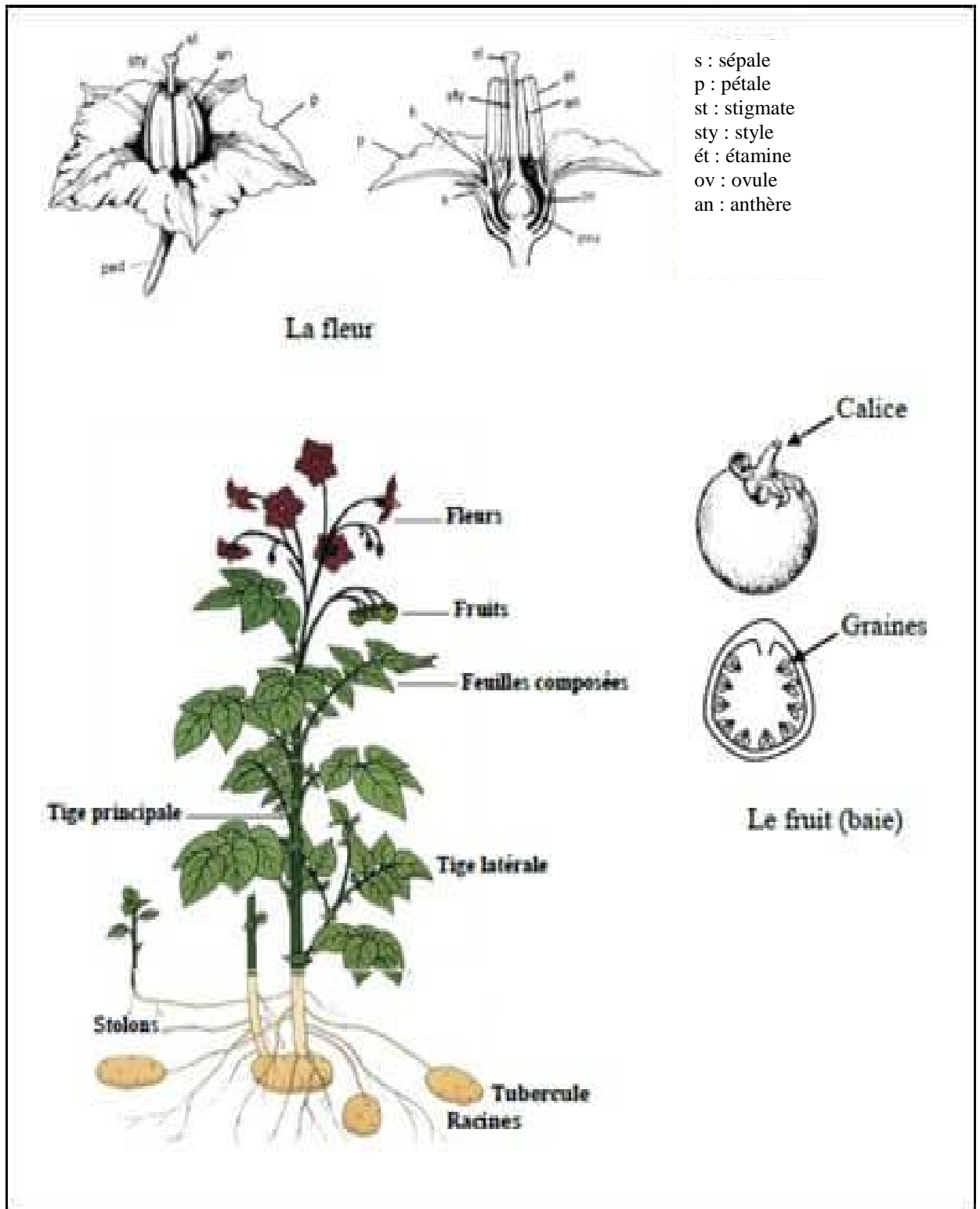
L'appareil aérien est constitué de tiges aériennes, qui ont un port plus au moins dressé et une section régulière, leur nombre par plant varie de 2 à 10 et parfois plus. Les feuilles sont composées, permettent par leurs différences d'aspect et de coloration de caractériser les variétés. Les fleurs sont autogames mais souvent stériles, la couleur et le nombre constitue un élément important d'identification variétale. Les fruits ou baies que les pommes de terre produisent contiennent des graines dont l'intérêt est abrogé en culture, mais essentiel en sélection amélioratrice (Soltner, 2012).

### 2.2. Système Souterrain

Le système souterrain est constitué par les stolons, sur lesquels se forment les tubercules, qui sont des organes gorgés de substances de réserve (Polese, 2006). Ils ont une forme en crochet au sommet, avec des entre-nœuds long, et des feuilles réduites en écailles (Rousselle et *al.*, 1996).

Le tubercule de la pomme n'est pas une racine, mais une tige souterraine, comme toutes les tiges, il est constitué d'entre nœuds, court et épaissis, et porte des bourgeons appelés les yeux,

situés dans de petites dépressions. En se développant, les bourgeons donnent les germes et futures tiges aériennes (Polese, 2006).



**Figure 1.** Morphologie du plant de pomme de terre (Mbairanoudji et *al.*, 2007).

### 3. Systématique

D'après Hawkes (1990), la pomme de terre est une plante dicotylédone annuelle dont, l'espèce commune blanche cultivée a pour nom latin *Solanum tuberosum*. Cette espèce appartient à la famille des Solanacées, au genre *Solanum* qui comprend 1000 espèces, dont plus de 200 tubéreuses. La position systématique de la pomme de terre selon Hawkes (1990) est la suivante :

Règne :.....Métaphytes (Végétaux supérieurs)

Embranchement : .....Spermatophytes

Sous-embranchement :.....Angiospermes

Classe :.....Dicotylédones

Sous-classe : .....Asteridae

Ordre :.....Polemoniales

Famille :.....Solanaceae

Genre :.....*Solanum*.

Espèce :..... *Solanum tuberosum* L.

### 4. Cycle de reproduction

La pomme de terre peut se reproduire par voie sexuée ; cette propriété est utilisée pour l'obtention de variétés nouvelles qui sont, pour la presque totalité, créées par hybridation, celle-ci étant cependant rendue difficile par la grande fréquence de la stérilité des fleurs mâles (Rousselle et *al.*, 1992).

Toutefois, dans la pratique agricole, la pomme de terre se reproduit principalement par voie végétative, les tubercules produits constituent à la fois l'organe de reproduction asexuée (tubercules semences) et la partie alimentaire de la plante (Delaplace et *al.*, 2008).

La multiplication végétative se déroule en quatre étapes principales : la dormance, l'incubation, la germination et la tubérisation.

Le repos végétatif, dormance vraie ou endormance, est une phase au cours de laquelle les bourgeons du tubercule de la pomme de terre ne présentent pas de croissance significative. Elle est définie, à partir de la récolte, comme une période pendant laquelle le tubercule est incapable de germer, même s'il est placé dans des conditions de température et d'hygrométrie favorables à la germination (température de 10 à 20°C ; hygrométrie supérieure à 90%) (Delaplace et Fauconnier, 2004).

L'incubation, au cours de la conservation, le tubercule subit une évolution physiologique analogue à un vieillissement d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Sous

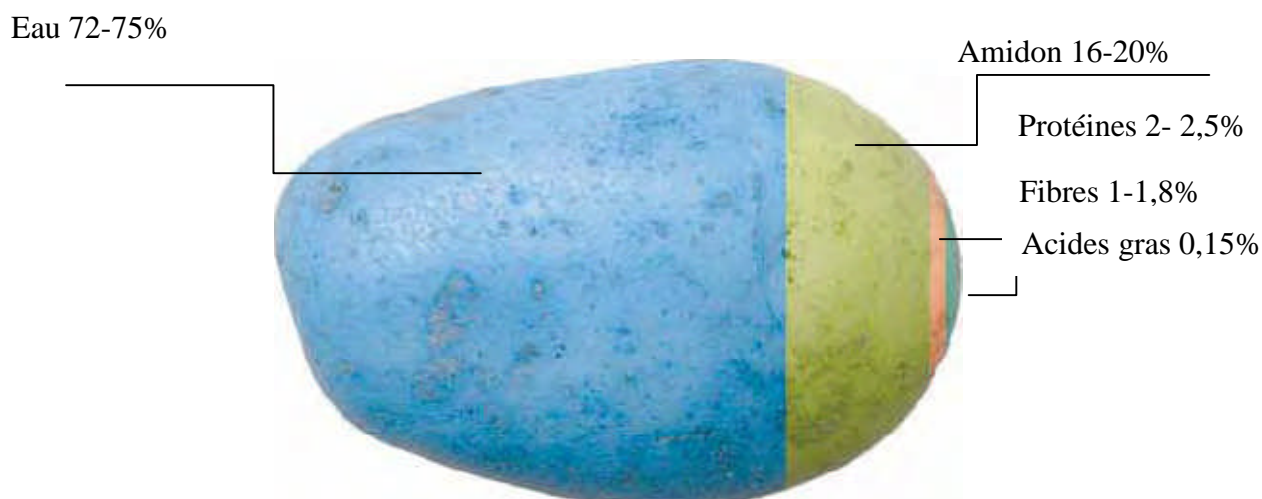
l'influence de substances de tubérisation et dès qu'une certaine dose est atteinte (au bout de plusieurs mois), le germe donne directement naissance à des tubercules-fils (Arvalis, 2004).

La germination correspond au stade où le tubercule devient capable d'émettre des germes après une évolution physiologique interne. Le germe amorce alors sa croissance. C'est généralement le germe apical qui entre en premier en croissance et exerce une dominance apicale sur les autres germes, au point parfois de les empêcher de germer à leur tour (Soltner, 1990).

D'après Rousselle et *al.* (1996), la tubérisation se déroule selon trois étapes successives : l'induction, l'initiation et la croissance radiale des tubercules. L'induction se traduit d'abord par un arrêt d'élongation des stolons après une période de croissance dont la durée est variable en fonction des conditions d'environnement et du génotype. Le stade de tubérisation voit se former les ébauches des tubercules par croissance radiale du premier entre-nœud situé au dessous du bourgeon apical du stolon.

### **5. Composition biochimique du tubercule**

Le tubercule de pomme de terre est un organe de stockage contenant à maturité une moyenne de 77,5 % d'eau. La matière sèche, se répartit globalement en 19,4 % de glucides totaux (principalement amidon, saccharose, glucose, fructose, cellulose brute et substances pectiques), 2,0 % de protides (protéines, acides aminés libres et bases azotées), 1,0 % de minéraux (majoritairement du potassium) et 0,1 % de lipides (Fig. 2). Des acides organiques (acides citrique et ascorbique entre autres), des substances phénoliques (acides chlorogénique et caféique, pigments, etc.) complètent cette composition, mais ne sont présents qu'en faible quantité dans le tubercule (Mattila et Heliström, 2007).



**Figure 2.** Composition chimique du tubercule de la pomme de terre (Anonyme, 2008).

## 6. Valeur alimentaire

La pomme de terre possède une bonne valeur énergétique, qui est rapidement assimilée par l'organisme. Pauvre en protéines et en lipides mais riche en glucides (Rousselle et *al.*, 1992).

La pomme de terre présente des niveaux significatifs de vitamine C, c'est également une source de minéraux, avec une prédominance du potassium, le fer et le zinc étant les minéraux revêtant le plus d'intérêt (Tab. 1). Selon la variété, la pomme de terre peut constituer une bonne source d'antioxydants, tels que les caroténoïdes et les polyphénols, susceptibles de participer à la prévention des maladies dégénératives et liées à l'âge (Bonierbale et *al.*, 2010).

**Tableau 1.** Teneur en micronutriment d'une pomme de terre crue, non épluchée, 213g (Anonyme, 2008).

Minéraux		
	Potassium	897 mg
	Phosphore	121 mg
	Magnésium	49 mg
	Fer	1,66 mg
Vitamine		
	Vitamine C	42 mg
	Niacine	2,2 mg
	Vitamine B6	0,62 mg
	Thamine	0,17 mg

## 7. Toxicité

La pomme de terre, comme les autres espèces de la famille des Solanacées, contient des niveaux élevés d'éléments toxiques appelés glycoalcaloïdes des stéroïdiques habituellement désignés par la solanine et la chaconine (Verbist et Monnet, 1979).

La solanine varie de 10 à 15mg pour 100g de tubercules frais entier, elle est essentiellement concentrée sur la peau. Les pommes de terre sont impropre à la consommation et deviennent toxique au seuil de 20mg pour 100g de la partie comestible (Polese, 2006).

Les pommes de terre doivent être conservées au frais et à l'abri de la lumière, car l'exposition à la lumière provoque leur verdissement, indicateur des niveaux accrus de chlorophylles, mais également de solanine et de chaconine. Les téguments réduisent en grande partie la teneur en solanine, tandis que celle-ci résiste à toute forme de cuisson (Fao, 2008).

## 8. Variétés de pomme de terre

L'espèce de pomme de terre cultivée dans le monde est *S. tuberosum* L., elle comprend plusieurs centaines de variétés différentes par la forme, la couleur, la texture ou encore par le contenu en amidon des tubercules (Delaplace, 2007).

D'après Polese (2006), les variétés de pomme de terre sont innombrables, certains en comptent plus de 3000, d'autres affirment en avoir dénombré 5000. Cependant, la plupart ne sont pas utilisées pour l'alimentation humaine, et un peu moins de 200 variétés sont inscrites au catalogues français et 700 dans le catalogue communautaire.

Les variétés les plus cultivées en Algérie, sur 120 inscrites au catalogues et par ordre d'importance sont ; Spunta, Fabula, Nicola, Diamant, Timate, Atlas, Bartina, Désirée et Kondor (Omari, 2011).

## 9. Exigences édapho-climatiques

La pomme de terre est cultivée dans plus d'une centaine de pays au climat tempéré, subtropical ou tropical. Elle pousse dans toutes les régions au climat froid tempéré et frais (Anonyme, 2008).

### 9.1. Température

La température est le principal facteur limitant la production de la pomme de terre. Le développement du tubercule est fortement inhibé quand les températures sont inférieurs à 10°C et supérieures à 30°C. Le rendement est optimal quand les températures diurnes moyennes sont comprises entre 18°C et 20°C (Anonyme, 2008). Les basses températures inférieures à -2°C provoquent le gel des tubercules (Rousselle et *al.*, 1996).

## 9.2. Alimentation en eau

La pomme de terre est une espèce dont la culture nécessite beaucoup d'eau, notamment en phase de croissance et de tubérisation (Seyni et *al.*, 2002).

Selon Fraser (1998), les pluies abondantes lui sont nuisibles car elles provoquent soit un développement foliacé trop considérable, soit la pousse des jeunes tubercules qui viennent de se former.

La sécheresse peut également affecter la croissance et le développement de la plante de différentes manières. Elle peut réduire le volume et la durée de végétation du feuillage, fermeture des stomates, réduction de l'activité photosynthétique, ce qui engendre une diminution du rendement (Rousselle et *al.*, 1996).

## 9.3. Lumière

D'après Laumonier (1979), une bonne luminosité est nécessaire à la pomme de terre, il est important, lors de la plantation de ne pas trop rapprocher les plants. Dans le cas contraire, la plante n'utilise pas pleinement ses possibilités d'assimilation chlorophyllienne, ceci au détriment du grossissement des tubercules.

## 9.4. Les sols

La pomme de terre préfère les sols assez profonds, frais, meubles et ne présentant pas d'excès d'humidité. La qualité des tubercules est meilleure dans les sols légers, même légèrement calcaires. *S. tuberosum* se développe parfaitement dans les terres n'ayant pas été cultivées depuis longtemps (Laumonier, 1979).

Le rendement de la pomme de terre est plus important, dans des sols dont le pH est compris entre 5,2 et 6,4. Une bonne préparation du terrain est également indispensable, pour l'obtention d'un sol souple, bien drainé et bien aéré (Anonyme, 2008).

## 10. Exigences en éléments nutritifs

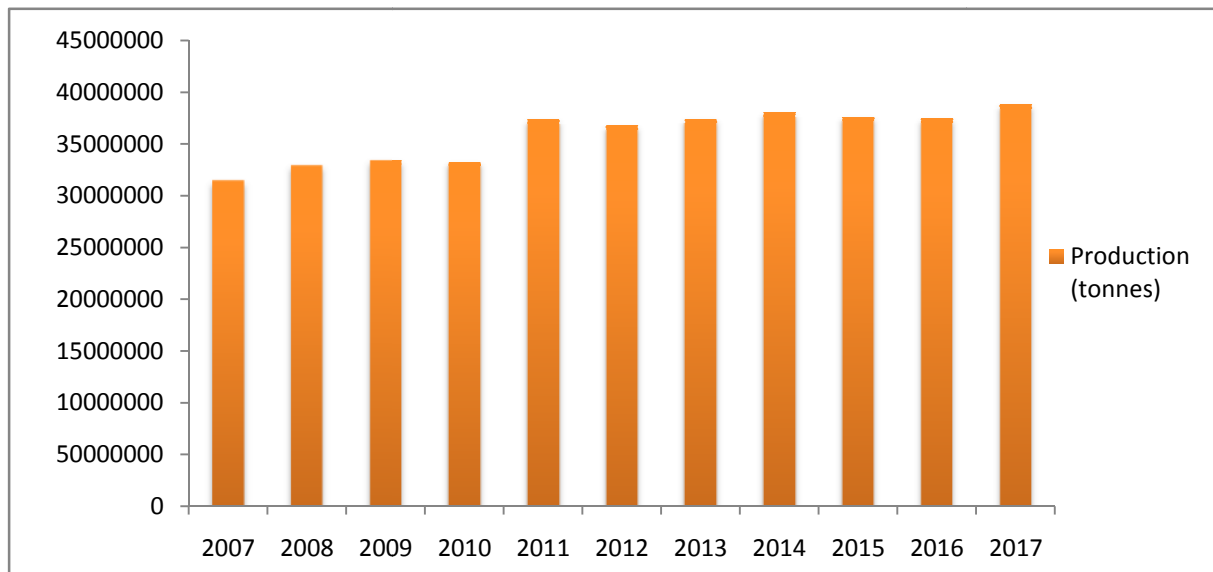
La pomme de terre est une grande consommatrice d'azote et de potassium. Elle a également besoin de phosphore, de calcium et de magnésium en bonne quantité et nécessite un sol équilibré en oligo-éléments. Elle préfère un sol légèrement acide est dont le taux d'humidité est suffisant pour lui permettre d'absorber ces éléments. Les besoins de la pomme de terre varient au fil de sa croissance (Fraser, 1998).

## 10. Production de la pomme de terre

### 10.1. Dans le monde

Vandenberg et Burafuta (2001) rapportent que la production de la pomme de terre dans les pays en développement est entrée dans une phase d'expansion rapide à la fin des années 1990. La production annuelle de tubercules a augmenté de 4,5%, et les superficies ensemencées ont

également augmenté de 2,4%, soit le double du taux de croissance des 20 dernières années. Cette expansion s'est accompagnée d'un ralentissement des taux de croissance des superficies en maïs, en blé et en riz, particulièrement en Asie (Fig. 3).



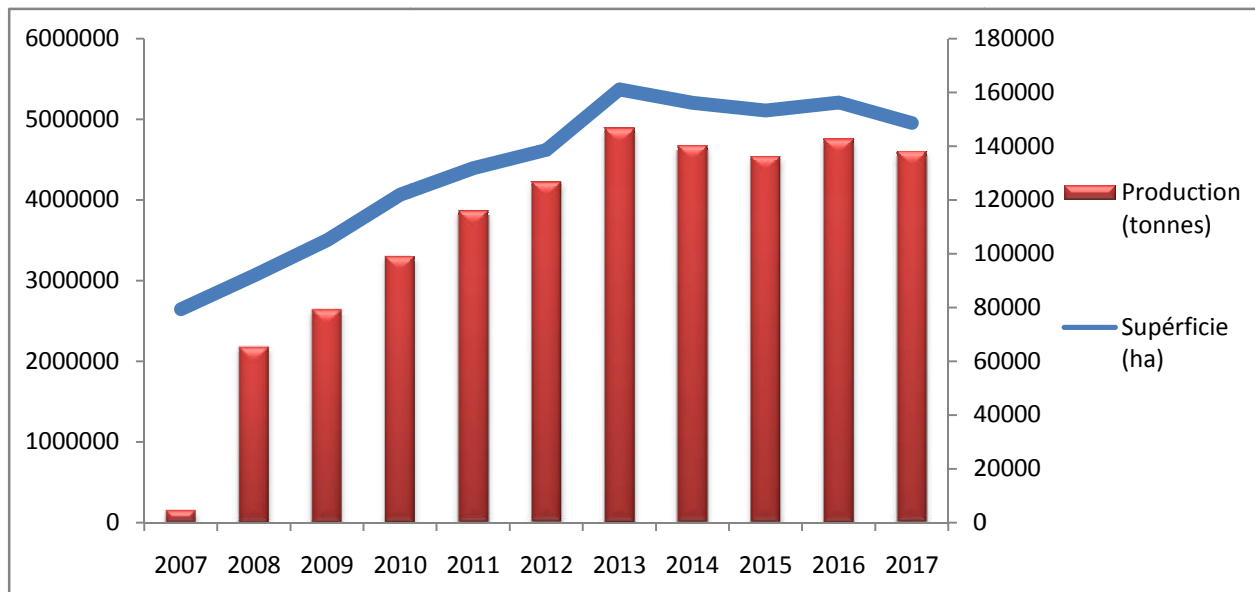
**Figure 3.** Production mondiale de la pomme de terre entre 2007 et 2017 (FAO, 2019).

## 10.2. En Algérie

La pomme de terre occupe une place majeure dans la composition de la ration alimentaire et des équilibres nutritionnels de la population en Algérie. La production nationale a connu une remarquable évolution au cours de ces dernières années avec un accroissement de 183,54%. Cet essor de la production est suivi d'une amélioration des rendements (Bessaoud, 2016).

En moyenne 100 000 ha sont réservés annuellement à la production de la pomme de terre en Algérie, soit 30% de la superficie consacrée aux cultures maraîchères. Elle est cultivée sur tout le territoire, y compris dans les oasis au sud du pays (Tria et Chehat, 2013). Cependant, 10 wilayas concentrent, à elles seules, près de 70% des superficies et des productions, à leur tête Ain Defla, suivi d'El Oued, Mostaganem, Mascara, Chlef, Tiaret, Tlemcen, Bouira, Skikda et Tipaza (Omari, 2011).

D'après les données du MADR (2019), la superficie plantée pour la tranche pomme de terre saison 2017-2018 est de 67.934 hectares, soit au même niveau que la campagne précédente alors que la production enregistrée, est de l'ordre de 20,5 millions de quintaux (Fig. 4)



**Figure 4.** Productions et superficies de la culture de pomme de terre en Algérie de 2007 à 2017 (FAO, 2019).

## 11. Problèmes phytosanitaire

D'après Gaucher (1998), la pomme de terre est affectée par de nombreuses maladies fongiques, bactériennes et virales et ravageurs qui affectent la plante en totalité ou en parties (racines, tiges, feuilles et tubercules) pendant la phase de culture au champ et/ou pendant la phase de conservation des tubercules.

### 11.1. Maladies fongiques

Le mildiou (*Phthphthora infestans*), ses symptômes peuvent être observés aussi bien sur feuilles, tiges et tubercules, ils apparaissent pendant les périodes chaudes et humides. Le mildiou se caractérise par l'apparition d'abord de taches vert pâle, puis jaunes et enfin brunes. Un feutrage blanc à la face inférieure des feuilles dissémine des spores. En suite brunissement et dessèchement, suivi de la destruction totale de la plante (Soltner, 2012).

Le rhizoctone brun de la pomme de terre (*Rhizoctonia solani*) est la maladie fongique la plus importante, elle intervient au moment de la levée sur les jeunes pousses de la pomme de terre. La maladie se manifeste en premier lieu par le manque de levée ensuite la destruction des pousses grêles avant même leurs sorties du sol, ou des retards de levée. Les attaques sévères diminuent le rendement et augmentent l'initiation à la tubérisation (Rousseles et al., 1996).

Verticilliose (*Verticillium albo-artrum*) est une maladie qui apparait lors de longues périodes de chaleur et de sécheresse. Elle se caractérise par un jaunissement du feuillage qui débute de la base de la plante et peut s'étendre asymétriquement, se limitant à un côté des feuilles, de la

tige ou de la plante elle-même. Vers la fin les plantes flétrissent, mais souvent elles jaunissent et meurent prématurément sans flétrir (CIP, 1990).

### 11.2. Maladies virales

La pomme de terre peut être affectée par un grand nombre de virus, dont les plus importants et qui existe partout où la pomme de terre est cultivée dans le monde : l'enroulement de la pomme de terre (PLRV), Y, X, A, S, M, rattle du tabac et Mop-top de la pomme de terre (Rouseelle et *al.*, 1996 ; Gaucher, 1998 ; Nyabyenda, 2005).

Les maladies virales peuvent être transmises par les insectes broyeurs et suceurs (les cicadelles et les pucerons en particulier), par les blessures mécaniques et par la semence. Les symptômes de ces maladies sont visibles sur feuillage, elles n'affectent en rien le goût des pommes de terre ni la santé humaine mais elles réduisent les rendements et la dimension des tubercules qui sont plus petits et parfois difformes (Fraser, 1998).

### 11.3. Maladies bactériennes

D'hondt-Defrancq, (1984) rapporte que les principales maladies bactériennes de la pomme de terre sont : la bactériose ou pourriture brune causée par *Pseudomonas solanacearum*, le flétrissement bactérien causé par *Clavibacter michiganensis sub sp.sepedoninus*, la jambe noire et la pourriture molle des tubercules causés par *Erwinia carotovora*, et les gales communes causées par le genre *Streptomyces*.

La bactériose de la pomme de terre est une maladie qui est rencontrée surtout en zone de moyenne altitude. Elle est favorisée par des hautes températures et la transmission se fait par les tubercules infestés. Au champ, la maladie est caractérisée par la pourriture des tubercules infestés, ils pourrissent également en stock et peuvent contaminer les autres tubercules (Nyabyenda, 2005).

Le flétrissement bactérien est une maladie très grave de la pomme de terre. Elle cause des dommages très sérieux et elle est extrêmement infectieuse. Elle apparaît d'abord au bord des folioles qui flétrissent et s'enroulent légèrement, ensuite des plages vert pâle à jaune pâle apparaissent entre les nervures des feuilles. A la fin, elles développent des nécroses sur toute la plante qui flétrit et meure. Les tubercules atteints prennent une coloration brun rougeâtre et le péricarde est fendillé et tuméfié (Richard et boivin, 1994).

La jambe noire est une maladie bactérienne qui occasionne de graves pertes de tubercules de semences et de consommation. Vers la floraison, les feuilles supérieures d'une ou de plusieurs tiges se retroussent et le feuillage passe graduellement du vert foncé au jaune vert. Les plants flétrissent et meurent à mesure que la pourriture cerne le pied de la tige (Hodgson et *al.*, 1975).

Deux types principaux de symptômes de gales communes (pustule et liège) sont distinguées, elles sont actuellement considérées comme deux maladies différentes de par l'agent causal. La gale pustule se manifeste par des lésions plus au moins profondes qui dépendent de divers facteurs, dont le type de souche, la variété et les conditions climatiques. Alors que la gale en liège se manifeste en surface des tubercules par la présence de taches liégeuses superficielles le plus souvent en réseau. Des nécroses sur les stolons et des symptômes de brunissement et de réduction de chevelu racinaire sont également observés sur les variétés très sensibles. En cas d'attaque précoce, le rendement peut être affecté (Arvalis, 2008).

#### 11.4. Ravageurs

Les nématodes à kyste, *Globodera rostochiensis* et *Globodera pallida*, sont présents dans de nombreux bassins de production de pomme de terre. Ce sont des ravageurs dommageables à la pomme de terre, provoquant des gales dures qui se développent sur les racines et sur les tubercules, ce qui conduit à l'apparition de taches bruness, à l'altération des tubercules et donc la baisse du rendement (Chauvin et *al.*, 2008).

Les pucerons, sont parmi les insectes ravageurs de la culture de la pomme de terre qui tiennent une place prééminente. Ils exercent une action directe par le prélèvement de sève sur le végétal mais surtout indirecte en véhiculant de nombreux virus phytopathogènes (Hamel et *al.*, 2008). Trois à quatre espèces différentes s'attaquent à la pomme de terre : le puceron vert du pêcher (*Mysus persicæ*), le puceron du nerprun (*Aphis nasturtii*), le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiæ*) et parfois, le puceron de la digitale (*Aulacorthum solani*) (Fraser, 1998).

Les pommes de terre subissent après la récolte l'attaque de plusieurs larves de microlépidoptère, qui rongent l'intérieur et la surface des tubercules. La plus nuisible d'entre elles est la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller, les premières attaques sont décelables sur les feuilles et les tiges, qui sont minées par les jeunes larves et présentent des taches argentées avant de se nécroser. Par la suite, les larves pénètrent dans les tubercules et sont transportées vers les lieux de stockage (Delobel, 1996).

## **Chapitre II**

---

**Présentation de l'insecte *Phthorimaea*  
*operculella* Zeller**

## 1. Généralités

Les lépidoptères communément appelés les papillons sont classés dans les insectes supérieurs, ou holométaboles, leur développement se fait en quatre phases bien distinctes. De l'œuf sort une larve, appelée chenille, très différente de l'adulte. Puis la chenille mue en nymphe ou chrysalide, un stade immobile, d'où émergera l'adulte. Ils se distinguent des autres insectes par la présence d'écailles colorées sur leurs ailes, d'où leur nom qui signifie « à ailes écailleuses » en grec (Albouy, 2007). Les adultes sont pourvus de pièces buccales de type lécheurs-suceurs, mais broyeuses chez les larves, qui sont presque toutes phytophages (Coutin, 1994).

L'ordre des lépidoptères, est l'un des plus importants de toute la classe des insectes. L'aire de répartition du groupement est mondiale et s'étend du cercle polaire à l'équateur (Balachowsky, 1966).

Les lépidoptères revêtent également une grande importance économique. En effet, ils sont pratiquement tous inféodés aux végétaux sans lesquels ils ne pourraient vivre. De nombreuses espèces sont des ravageurs primaires des plantes cultivées ou des denrées entreposées. Les chenilles sont le plus souvent phytophages et consomment les tissus végétaux, ce qui provoquent la dégénérescence des plantes (Delvare et Aberlenc, 1989).

Les Gelechiidae forment un groupe important comprenant 1425 genres et 16250 espèces décrites. Ils sont généralement répartis dans le monde entier et deviennent moins nombreux aux latitudes plus élevées. La plupart sont actifs au crépuscule ou la nuit (Kristensen et Schmidt-Rhaesa, 2013). Les papillons de cette famille se distinguent par leur petite taille et les ailes postérieures qui sont souvent caractérisées par leur forme trapézoïdale, à apex pointu (Remillet, 1988).

## 2. Systématique

La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller est un insecte nuisible majeur de la culture de la pomme de terre en plein champ et dans les structures de stockage après récolte (Abdallah et al., 2012; Veale et al., 2012), elle est répandue dans l'ensemble des régions tropicales et subtropicales de la plupart des pays producteurs de pommes de terre (Lacey et Neven, 2006).

Ndiaye, (1997) rappelle la systématique de la teigne de la pomme de terre comme suit ;

Règne :..... Animal  
 Embranchement :..... Arthropodes  
 Classe :..... Insectes  
 Ordre :..... Lépidoptères  
 Sous ordre :..... Micro-lépidoptères  
 Superfamille :..... Tineoidae  
 Famille :..... Gelechiidae  
 Genre :..... *Phthorimaea*  
 Espèce :..... *Phthorimaea operculella* Zeller (1873)

### 3. Description

Les différents stades de développement de la teigne de la pomme de terre sont :

#### 3.1. Œufs

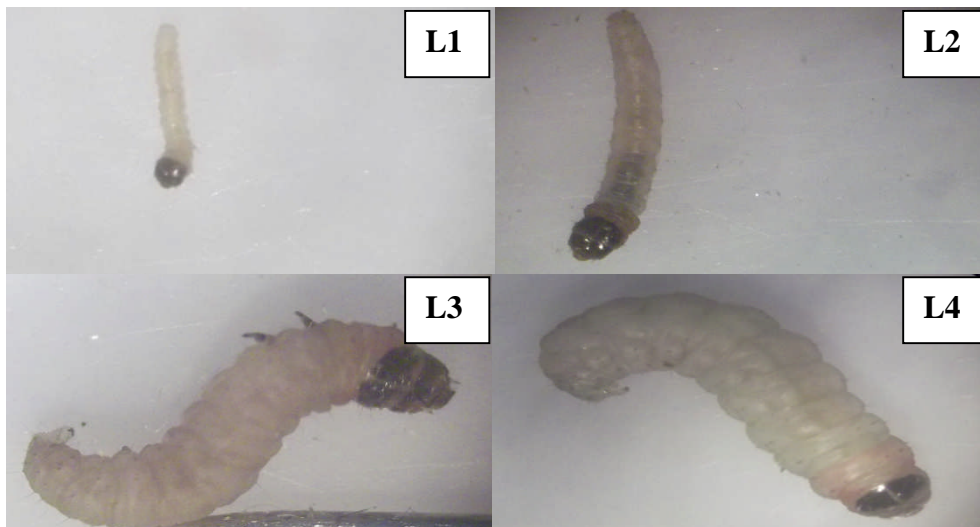
D'après Espinel- Correal (2010), les œufs de *P.operculella* sont légèrement ovoïdes et mesurent environ 0,45 mm de diamètre. Ils ont une surface lisse et leur texture est molle. Au moment de l'oviposition, la coloration est blanche nacré et vire progressivement au jaune à l'orange, puis au brun avant l'éclosion (Fig.5)



**Figure 5.** Œufs de la teigne de la pomme de terre *P. operculella* (GX40) (Originale, 2019).

#### 3.2. Larve

Les larves muent quatre fois avant la nymphose (Fig. 6). Le premier stade mesure de 0,3 à 0,4 cm et peut remonter d'au moins 74 cm du site de ponte jusqu'à la matière végétale appropriée. La capsule de la tête est brun foncé à noir. Le corps de la larve néonate est brun clair et passe au vert ou au rose à un stade ultérieur. Sur le corps de la chenille, chaque segment est pourvu d'une rangée de taches noires portant de la soie (Delobel, 1996).

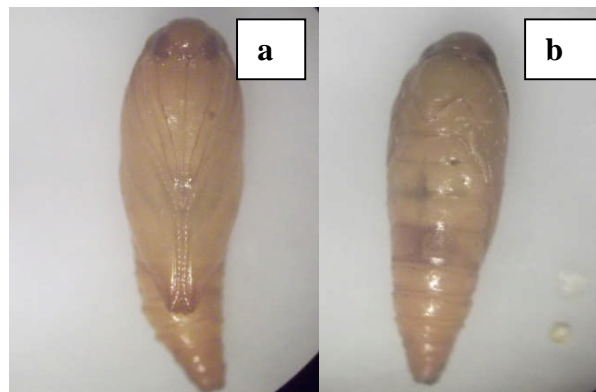


**Figure 6.** Différents stades larvaires de *P. operculella* (GX40) (Originale, 2019).

### 3.3. Chrysalide

Balachowsky (1966) rappelle que la chrysalide de *P. operculella* est de couleur jaune verdâtre à brun rouge, mesurant 7 à 10 mm, elle est de forme trapue avec un crémaster, une petite épine dorsale crochue entourée de quelques soies la dépassant en longueur (Fig. 7).

Un changement progressif de la pigmentation oculaire montre les différents stades nymphaux : jaune, rouge précoce, rouge tardif et noir (Chauhan et Verma, 1991).

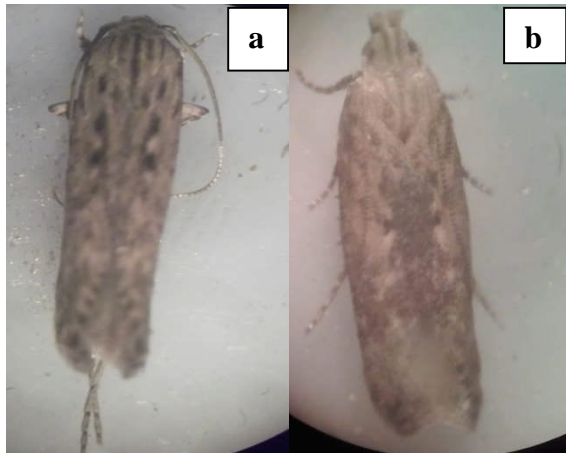


**Figure 7.** Chrysalide de *P. operculella* (GX20) (Originale, 2019)  
(a) face ventrale, (b) face dorsale.

### 3.5. Adulte

Selon Krsteska et Stojanoski (2012), *P. operculella* est un petit papillon de nuit brun à gris pâle. Le corps de l'adulte est gris à brun foncé dans la partie supérieure et il est plus brillant dans le bas. Les adultes ont de longues antennes grises, un abdomen gris, des ailes très étroites aux motifs bruns complexes. Les ailes antérieures sont gris jaune brun, largement lancéolées.

Les ailes postérieures sont grises et portent de longues soies. La longueur du corps est d'environ 8-10 mm, l'envergure est d'environ 12-16 mm (Fig. 8).

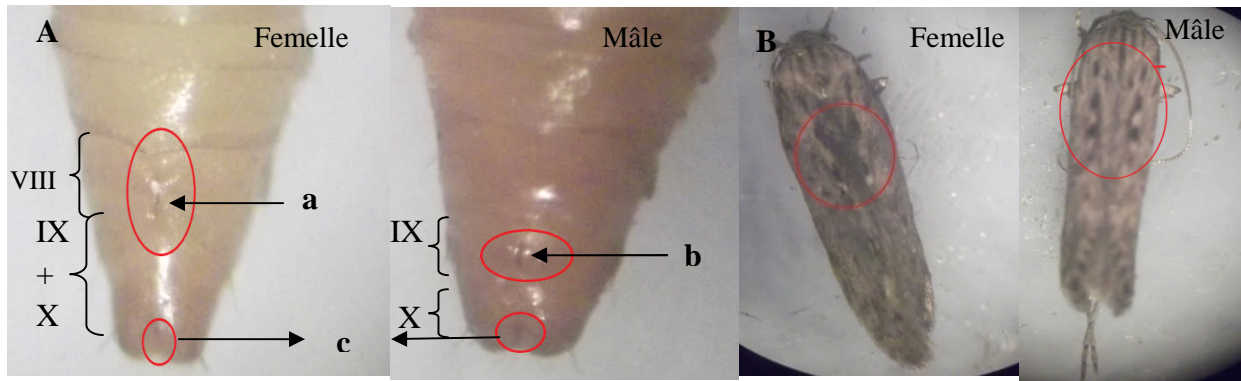


**Figure 8.** Adultes de la teigne de la pomme de terre(GX20) (Originale, 2019).

(a) adulte mâle, (b) adulte femelle

#### 4. Dimorphisme sexuel

Le dimorphisme sexuel chez *P. operculella* ne devient évident qu'au quatrième stade larvaire, lorsque les testicules jaunâtres deviennent visibles chez le mâle (Chauhan et Verna, 1991). D'après Rondon et Xue (2010), en 1949 Mukherjee a découvert que les nymphes mâles avaient un orifice génital rond au milieu du 9<sup>ème</sup> segment abdominal, tandis que les femelles avaient une ouverture sur le 8<sup>ème</sup> segment (méthode de la cicatrice). Selon Ndiaye (1997), il existe une autre méthode de sexage des nymphes, où le dernier segment abdominal est rond chez le mâle et pointu chez la femelle (méthode de la largeur). Le dimorphisme sexuel est également visible chez les adultes, la femelle se reconnaît par la présence au niveau médiodorsale de la surface des ailes antérieures d'une grosse tache en forme de « X » due à une agglomération plus dense d'écailles sombres. Chez le mâle, les ailes antérieures sont maculées de trois petites mouchetures alignées légèrement suivant le bord extérieur (Fig. 9).



a : orifice génitale femelle ; b : orifice génitale mâle ; c : orifice anale. VII, IX, X : segments abdominales.

**Figure 9.** Dimorphisme sexuel de *P. operculella* (Originale, 2019).

(A) chez les chrysalides ; (B) chez les adultes.

### 5. Cycle biologique

Les adultes de *P. operculella*, sont des microlépidoptères nocturnes très actifs au crépuscule. Ils ont un vol rapide et peuvent se déplacer d'une culture à l'autre et parcourir une distance importante afin de trouver des tubercules ou des plants de pomme de terre (Alvarez et al., 2005). Ils se nourrissent de nectar (Krsteska et Stojanoski, 2012).

L'accouplement commence généralement peu de temps après l'émergence des adultes et dure 4 à 6 heures. En moyenne une seule femelle accouplée pond 150 œufs. La ponte commence 24 heures après l'accouplement, elle se produit pendant 2 à 5 jours et diminue considérablement au bout de 7 jours (Raj, 1991).

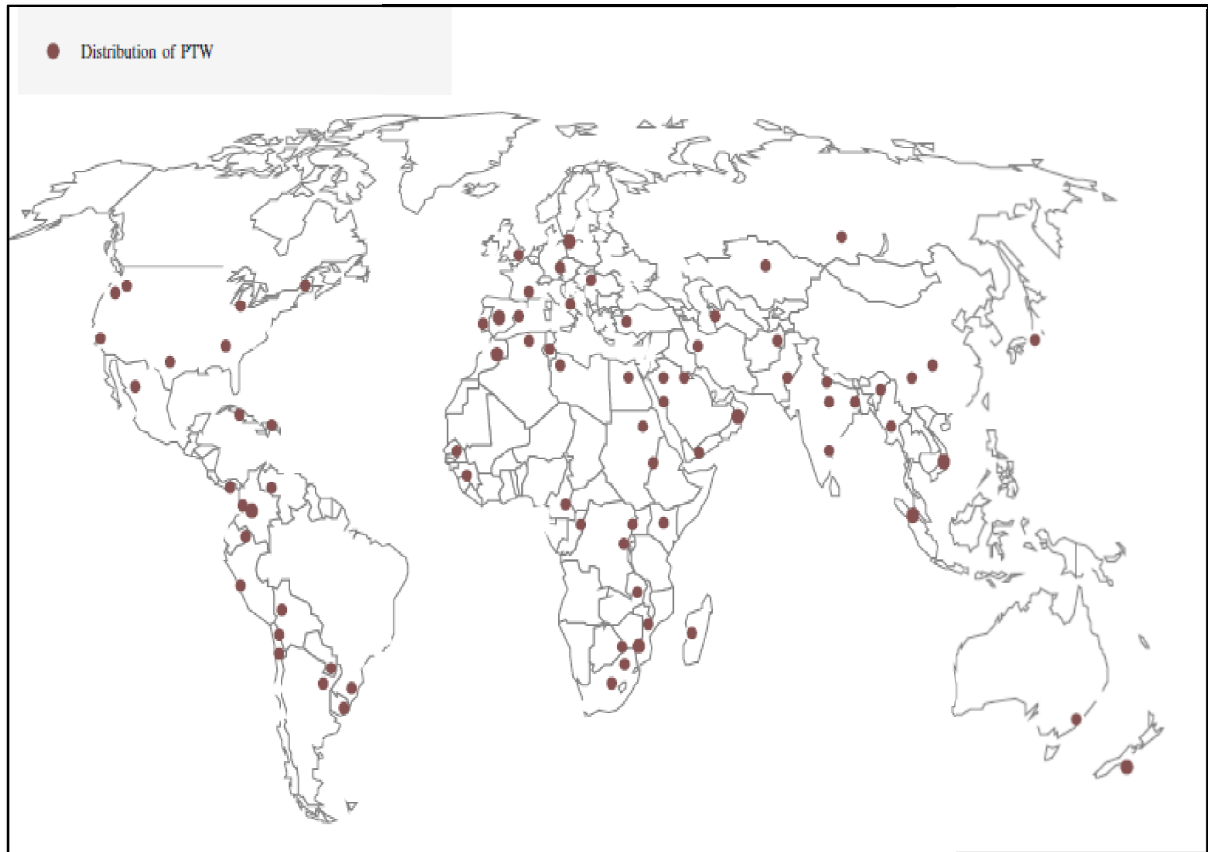
Les œufs fraîchement pondus sont de couleur crème et sont déposés seuls ou en petites grappes ressemblant à des perles. Au fur et à mesure qu'ils se développent, ils prennent une teinte jaunâtre et, avant l'éclosion, peut être observée la capsule noire de la tête de la larve minuscule à travers le chorion d'œuf mince. De toutes les plantes hôtes, les femelles préfèrent pondre sur la pomme de terre (Wale et al., 2008).

Après éclosion les larves pénètrent aussitôt dans la plante de pomme de terre, et commence par tisser un léger fourreau protecteur. Elle entame ensuite l'épiderme végétale qu'elle rejette sans le digérer pour pénétrer plus en avant dans les tissus succulents de la pomme de terre ; feuille, tige ou tubercule (Balachowsky, 1966). Les larves passent toute leur vie dans une seule galerie. Une fois le 4<sup>ème</sup> stade arrêté, les larves tombent de la mine et errent à la surface du sol ou dans la litière de feuilles jusqu'à la nymphose. Avant la nymphose, les larves secrètent un étui pupal en soie (Rivera, 2011).

La durée totale du cycle est de minimum 3 semaines, mais elle peut être beaucoup plus longue à basses températures. Il peut y avoir jusqu'à 12 générations par an (Delobel, 1996).

## 6. Répartition géographique

La teigne de la pomme de terre est un ravageur largement répandu, il sévit partout où la pomme de terre est cultivée (Ghislain et *al.*, 2003). D'après Kroschel et Schaub (2013), la teigne de la pomme de terre est présente dans presque tous les systèmes de productions de pomme de terre tropicaux et subtropicaux d'Afrique et d'Asie, ainsi qu'en Amérique du Nord, Centrale et du Sud. Sa distribution est rapportée dans plus de 90 pays dans le monde (Fig. 10).



**Figure 10.** Distribution de la teigne de la pomme de terre *P. operculella* dans le monde (Rondon, 2010).

## 7. Symptômes et Dégâts

La larve de *P. operculella* attaque les plants de pomme de terre de deux manières différentes ; par minage des feuilles en plein champ et par minage des tubercules en plein champ et dans les structures de stockages de tubercules.

### 7.1. Dégâts sur feuillage

En règle générale, l'œuf est déposé sur la feuille et dès l'éclosion, la larve commence à creuser des galeries dans la feuille (Fig. 11). Au fur et à mesure que la larve grandit, la feuille devient trop mince pour être exploitée et s'il n'y a pas une autre feuille à nouer, la larve roule la feuille ou pénètre dans le pétiole, une fois que ce dernier est touché, la larve fait rapidement

son chemin vers la tige principale (Chandel, 2005). Ce qui entraîne des pertes de tissu foliaire, la mort des zones de croissance et l'affaiblissement ou la cassure des tiges (Raman, 1972). Les dommages aux feuilles ne sont pas remarquables et ne sont pas toujours visibles sans une surveillance minutieuse (Rondon et *al.*, 2007).



**Figures 11.** Dégâts de *P. operculella* sur les feuilles de la pomme de terre (Originale, 2016).

## 7.2. Dégâts sur tubercules

La teigne infeste les tubercules en déposant leurs œufs près des yeux, les larves de *P.operculella* forent des galeries et des tunnels irréguliers en profondeur ou juste sous la peau du tubercule. L'activité larvaire est souvent distinguée par les excréments caractéristiques déposés près des yeux ou des germes de la pomme de terre. Les dégâts des larves provoquent une perte de poids et de qualité des tubercules. Les blessures dues aux larves produisent des crevasses à la suite d'une transpiration accrue et d'infections secondaires dues à des micro-organismes. Si les tubercules infestés sont stockés sans précautions adéquates, le stock entier risque d'être détruit (Sauyer, 1972).

Kroschel et Schaub (2013) indiquent que les tubercules infestés au moment de la récolte ne sont pas la seule source d'infestation ; différents stades de développement du tubercule de la pomme de terre pourraient persister dans les sacs de pommes de terre réutilisés et sur les tubercules infestés restants; et souvent, les magasins de pommes de terre rustiques n'ont aucune protection physique leur permettant d'empêcher les mites d'entrer dans les magasins. En plus des semences, les sources d'infestation au champ sont les tubercules restants de la récolte précédente ou les tubercules de pomme de terre infestés qui ont été jetés près du champ (Fig.12).



**Figure 12.** Dégâts de *P. operculella* sur les tubercules de la pomme de terre (Originale, 2019).

### 8. Hôtes alternatifs

Les hôtes alternatifs de la teigne de la pomme de terre sont représentés par une soixantaine d'espèces de plantes, à la fois cultivées et sauvages. La plupart des hôtes appartiennent aux Solanacées, tandis que les autres appartiennent aux Scrofulariacées, Borraginacées, Rosacées, Typhacées, Compositae, Amarantacées et Chénopodiacées (Das et Raman, 1994).

Bien qu'il s'agisse principalement d'un ravageur de la pomme de terre, *P. operculella* provoque des dégâts plus au moins importants sur d'autres cultures de la même famille, à savoir le tabac (*Nicotina tabacum*), la tomate (*Solanum lycopersicum*), l'aubergine (*Solanum melongera*) et le piment (*Capsicum annuum*) (Trivedi et Rajagopal, 1992).

### 9. Méthodes de lutttes

La méthode la plus courante de lutte contre *P. operculella* est l'utilisation de pesticides (Dillard et al., 1993). Dans les pays en développement, les pesticides constituent un intrant coûteux, une sur utilisation pollue l'environnement, augmente la résistance aux insecticides et peut entraîner des risques pour la santé des consommateurs (Raman, 1988).

D'après (CIP, 1990), pour une bonne gestion de la teigne de la pomme de terre, l'accent doit être mis sur l'utilisation de variétés résistantes, de phéromones sexuelles, de lutttes biologiques et d'autres méthodes de lutte intégrée qui permettent une lutte adéquate, tout en réduisant la dépendance aux insecticides.

#### 9.1. Lutte chimique

Parmi les substances actives homologuées pour la lutte contre *P. operculella*, la deltaméthrine et la chlorpyrifoséthyle + cyperméthrine peuvent être appliquées avec succès lors des attaques de ce ravageur et permettent un contrôle mutuel d'autres parasites. L'acétamipride et

l'imidaclopride peuvent être également utilisés ensemble pour lutter contre des attaques de la teigne de la pomme de terre aux stades initiaux (Vaneva-Gancheva et Dimitrov, 2013).

Le stade du plant ainsi que le stade larvaire de l'organisme nuisible devraient être pris en compte lors de l'application des produits chimiques enregistrés dans un programme de pulvérisation. Le contrôle chimique est plus efficace lorsqu'il vise les larves les plus jeunes à un stade précoce de la plantation (Bennett et al., 1999).

Par ailleurs, selon Chandel (2005), les insecticides doivent être appliqués lorsque le nombre d'individus capturés dans un piège à phéromone dépasse le seuil de nuisibilité. Les pulvérisations d'insecticides sont dirigées vers les larves nouvellement écloses et, par conséquent, il faut utiliser suffisamment d'eau pour assurer une couverture adéquate.

Aussi, Das et Raman (1994); Rondon et al. (2007); Gill et al. (2014) rapportent qu'après récolte, pendant la période d'entreposage, en l'absence d'entrepôts froids, les agriculteurs utilisent des insecticides chimiques pour protéger les tubercules contre les dommages causés par la teigne de la pomme de terre.

## 9.2. Lutte culturale

Le contrôle des cultures est essentiel dans la gestion de *P. operculella* car une infestation est initiée sur le terrain et elle est finalement acheminée vers les magasins. Les hôtes de remplacement économiquement importants ne doivent pas être cultivés à proximité de la culture de pommes de terre. Les plantes spontanées, en particulier celles appartenant aux Solanacées, devraient également être détruites pour éviter le report de générations. Une plantation en profondeur et un bon buttage sont indispensables. Jeter les tubercules infestés ; utiliser uniquement des tubercules sains pour la plantation. Pour empêcher la dispersion de l'organisme nuisible, les débris des hôtes alternatifs doivent être rapidement détruits. Certains des hôtes de remplacement pourraient éventuellement être utilisés comme cultures «pièges» à la frontière. Ne jamais utiliser les feuilles de vignes pour recouvrir les tubercules car elles fanent après un certain temps et les larves peuvent pénétrer dans la couverture pour atteindre les tubercules sous-jacents (Das and Raman, 1994; Gill et al., 2014; Rondon et al., 2007).

## 9.3. Lutte biologique

Face au grave problème des pesticides, les scientifiques ont commencé à rechercher des alternatives plus sûres telles que l'utilisation de *Bacillus thuringiensis* pour remplacer les produits chimiques toxiques (Feitelson et al., 1992). Les spores de *B. thuringiensis* sont déjà largement utilisées comme biopesticides dans l'agriculture commerciale pour lutter contre plusieurs organismes nuisibles essentiels. Toutefois, les applications de ce pesticide

biologique sur le terrain n'ont pas toujours permis de lutter de manière rentable contre les insectes nuisibles (Cañedo *et al.*, 1999).

D'autres pesticides microbiens sont développés, tels que, le virus de la granulose ainsi que des parasites et des prédateurs ou par la production de pommes de terre avec le gène Bt transformé contenant le virus de la pomme de terre. Parmi les divers parasitoïdes de la teigne de la pomme de terre, *Chelonus blackburni* et *Chelonus koehleri* ont un grand potentiel en tant qu'agents de lutte biologique (Jasrotia, 2003). D'autres organismes vivants tels le champignon *Beauveria bassiana* qui présente un potentiel de contrôle des larves (Yuan *et al.*, 2017).

L'utilisation de produits végétaux dans la lutte antiparasitaire représente une méthode alternative en matière de protection des cultures et joue un rôle prédominant dans l'approche de la lutte antiparasitaire intégrée (Das, 1995). Comme les huiles essentielles de plantes peuvent également constituer une source alternative d'agents de lutte contre les insectes, car elles constituent une riche source de composés bioactifs biodégradables en produits non toxiques et pouvant éventuellement être utilisés dans les programmes de gestion intégrée (Ebadollahi, 2013).

Les huiles essentielles sont définies comme toutes les huiles volatiles ayant des composants aromatiques forts et qui donnent une odeur, une saveur ou un parfum distinctif à une plante. Ce sont les sous-produits du métabolisme des plantes et sont communément appelés métabolites secondaires volatils des plantes (Koul *et al.*, 2008).

La gestion viable et durable de *P. operculella* à l'aide de la méthode conventionnelle des pesticides chimiques a échoué. La principale cause de l'échec de l'utilisation des insecticides est le développement de la résistance. La lutte antiparasitaire intégrée est considérée comme la seule option permettant de lutter efficacement contre la teigne de la pomme de terre, tant sur le terrain que dans les stocks (Raman *et al.*, 1987).

L'utilisation d'agents de lutte biologique présente l'avantage de ne pas avoir d'intervalle avant la récolte et d'être plus sécuritaires pour le personnel d'application, les denrées alimentaires et les organismes non visés (Rondon, 2010).

## *Chapitre III*

---

### **Présentation des régions d'études**

## **1. Présentation des régions d'études**

### **1.1. Région de Boumerdes**

L'étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale de l'ITCMI (Institut Techniques des Cultures Maraichères et industrielles) à Isser ville, wilaya de Boumerdes qui se situe à 60km à l'est d'Alger et 40km à l'ouest de Tizi-Ouzou.

Issers est limitée par Laghata au Nord, Si Mustapha et Souk El Had à l'Ouest, Béni Amrane au Sud-ouest, Chaabet El ameur au Sud, Timzrit au Sud-est et Bordj Mnail à L'Est. C'est une région connue par les activités agricoles de différentes cultures telles que, les orangers, les oliviers, les vignes et la pomme de terre. Elle s'étale sur une superficie de 67 km<sup>2</sup> à une altitude de 68m.

La station expérimentale de l'ITCMI possède une superficie de 29 hectares destinés à des essais de production de cultures maraichères et industrielles.

La parcelle d'étude a une superficie totale de 3265 m<sup>2</sup> avec une pente de 10% environ. Elle est limitée au Nord par une parcelle d'oignon et d'ail, au Sud par une jachère, à l'Est par un champ de blé, à l'Ouest par une parcelle d'essais d'oignon. Le précédent cultural est le blé. La parcelle est scindée en quatre blocs hétérogènes, dans chaque bloc une variété de pomme de terre est semée, à savoir, Spunta avec une superficie de 1245 m<sup>2</sup>, Kenza sur 951 m<sup>2</sup>, Crisper sur 740 m<sup>2</sup> et Désirée sur 320 m<sup>2</sup>.

### **1.2. Région de Tizi-Ouzou**

Une partie de notre étude a été réalisée dans la région de Tizi-Ouzou, qui est une wilaya située dans la région de la Grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle s'étend sur une superficie de 2 992,96 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée : à l'ouest par la wilaya de Boumerdes ; au sud par la wilaya de Bouira ; à l'est par la wilaya de Béjaïa ; au nord par la mer Méditerranée. Elle se situe à 100 km à l'est de la capitale Alger, entre les latitudes 36°20'N et 36°40'N et les longitudes 3°40'E et 4°35'E.

Le suivi de la dynamique des populations de la teigne de la pomme de terre est réalisé dans trois stations différentes.

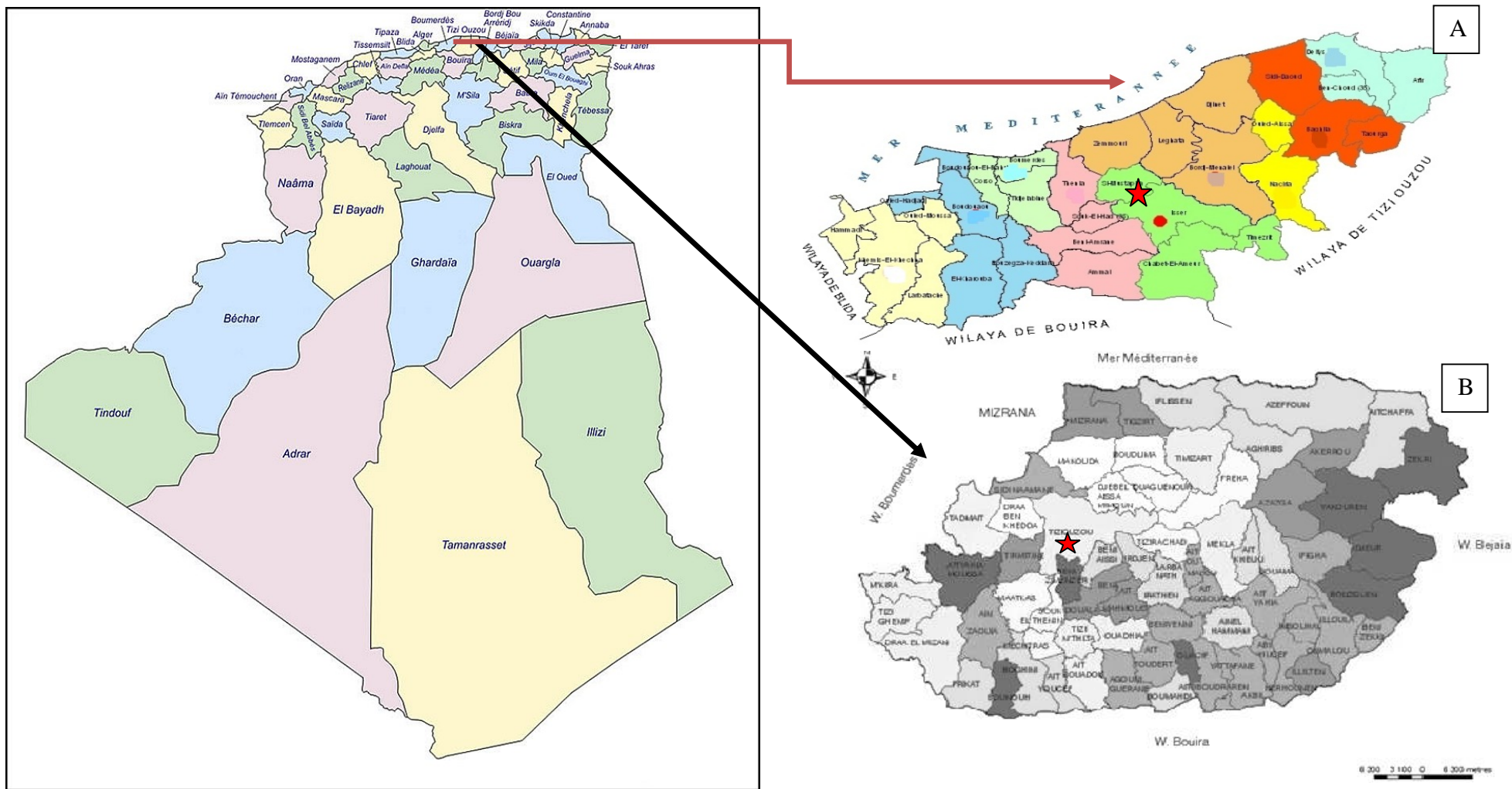
La première station d'étude est située dans la région d'Oued Aissi, qui se trouve à 10 km à l'Est de la ville de Tizi-Ouzou dans la commune d'Irdjen, à environ 350 m d'altitude. Oued Aissi est limitée par Tala Atmane au nord, Tizi-ouzou à l'ouest, BniAissi au Sud-ouest, Irdjen

au Sud, Tizi Rached au Sud-est et Tamda à l'Est. C'est une région qui est connue par les activités agricoles de différentes cultures telles que la pomme de terre, les céréales et les agrumes.

La deuxième station d'étude est située dans le village d'Ait El-Hessane, situé au Sud-Est de la ville de Tizi-Ouzou, à environ 500 m d'altitude. Il est bordé à l'Est par le village de Bouhinoune, et à l'ouest par le village de Thala Bounane.

La troisième station se localise dans la région de Tamda à 16 km de l'Est de la ville de Tizi-Ouzou. Tamda est délimitée par Djebba au nord, Tala Atmane par l'ouest, Irdjen par le Sud-ouest, Mekla au Sud-est, Tizi-Rached au Sud et Freha à l'Est.

L'inventaire de l'entomofaune inféodé à la pomme de terre a été réalisé uniquement dans la région de Tizi-Ouzou sur deux variétés (Fabula et Désirée), dans un terrain vierge d'un particulier. Il se trouve dans le village de Tamda, situé sur la route de Freha (CW 174) et à quelques kilomètres du campus universitaire de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, pôle de Tamda.



**Figure 13.** Présentation des régions d'étude, A : région de Boumerdes, B : région de Tizi-Ouzou (Google maps, 2019).

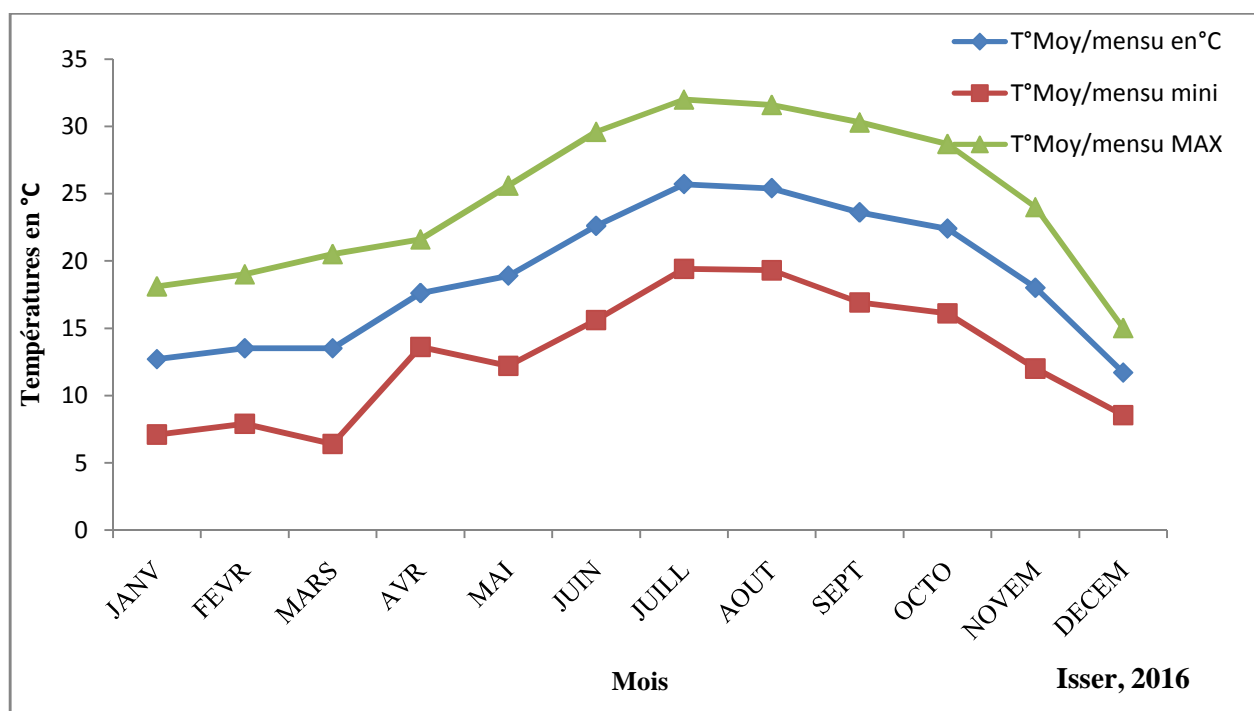
## 2. Caractéristiques climatiques

Le climat joue un rôle très important dans la dynamique des populations par ses fluctuations journalières et saisonnières, il conditionne la répartition géographique et les activités biologiques (nutrition, accouplement, ponte, etc.) des êtres vivants (Dajoz, 1975 ; Faurie, 2011).

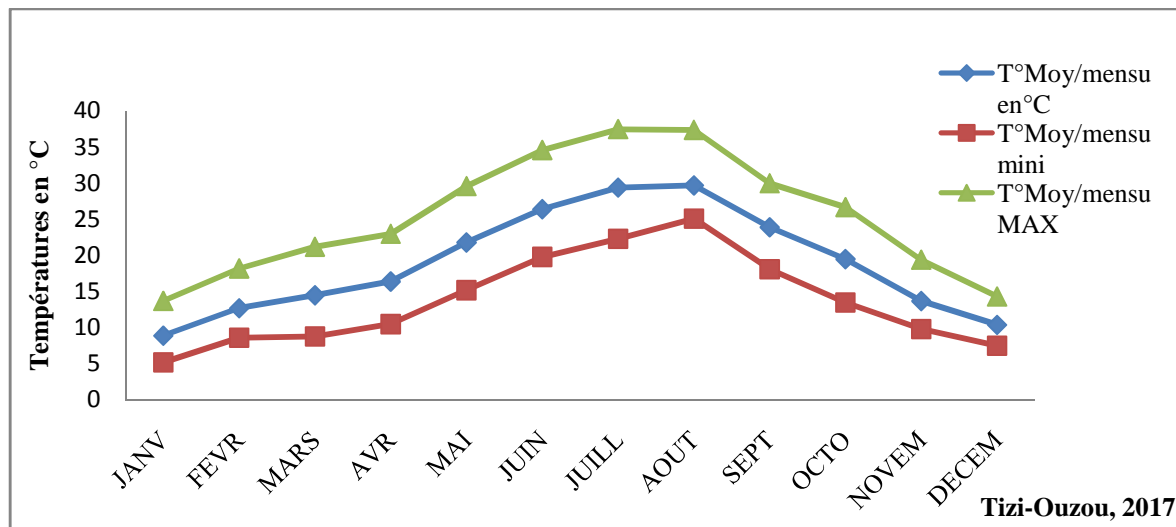
De façon générale le climat de la région d'Isser et celui de Tizi-Ouzou est de type méditerranéen froid et humide en hiver et chaud et sec en été. L'ensemble des facteurs écologiques n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément. Ces facteurs fondamentaux sont : la température, les précipitations et l'humidité.

### 2.1. Température

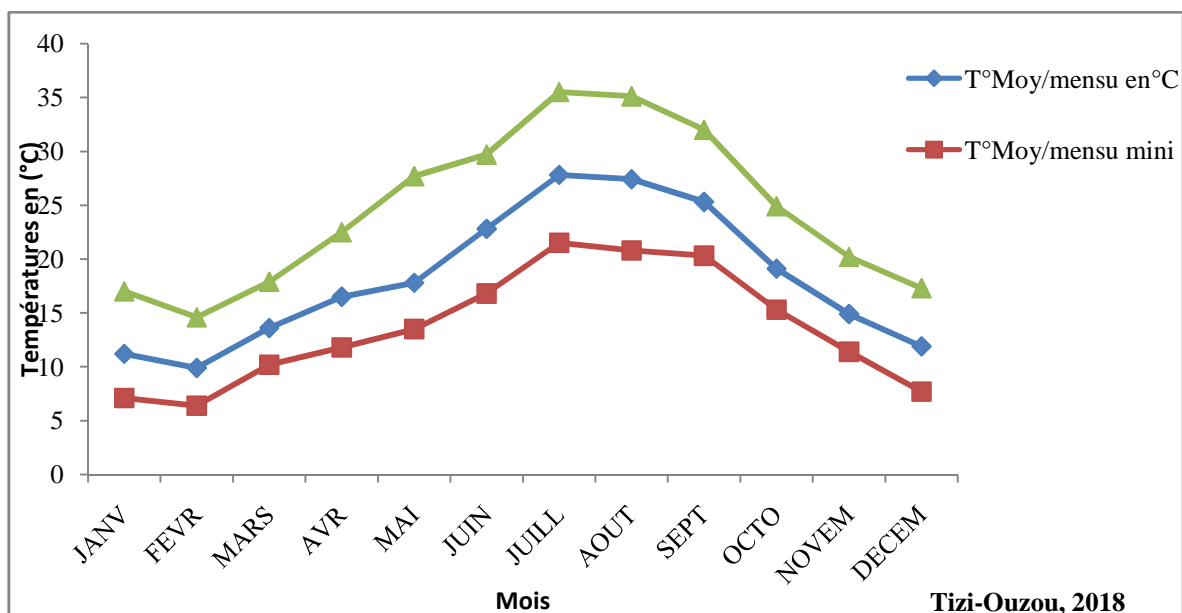
Selon Ramade (2009), La température présente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des êtres vivants. Dreux (1980) affirme que la température constitue le facteur climatique le plus important. La variation des températures moyenne est présentée sur les figures suivantes :



**Figure 14.** Variation des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région d'Isser durant l'année d'étude 2016 (I.T.C.M.I., 2016)



**Figure 15.** Variation des températures moyennes mensuelles, maximales et minimales de la région de Tizi-Ouzou durant l'année d'étude 2017 (O.N.M.T.O., 2019)



**Figure 16.** Variation des températures maximales, minimales et moyennes mensuelles dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2018 (O. N.M.T.O, 2019).

m : moyenne mensuelle des températures minima  
 M : moyenne mensuelle des températures maxima  
 $(M+m)/2$  : Température moyenne mensuelle

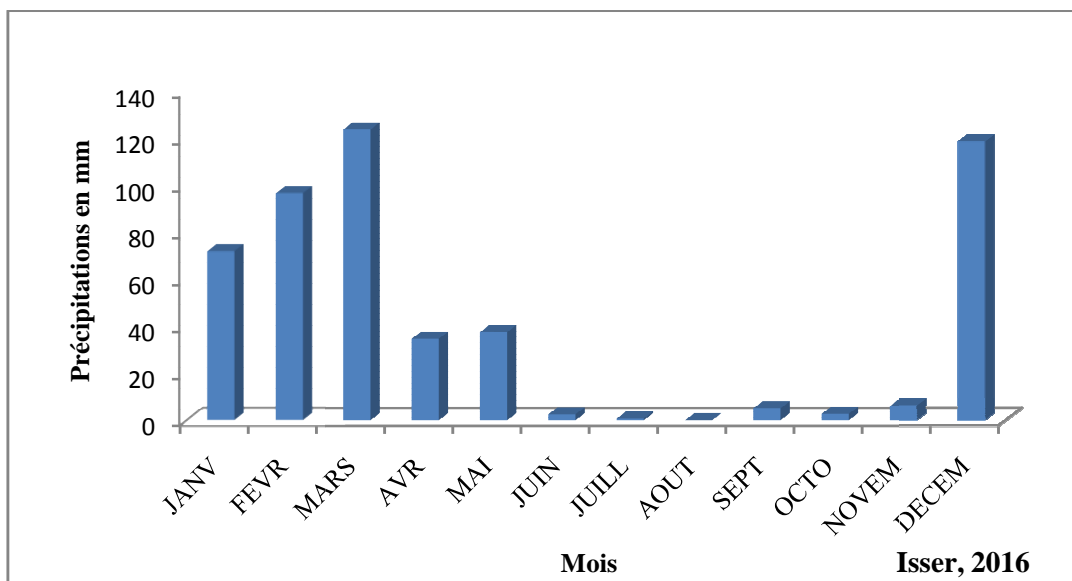
Durant l'année 2016, dans la région d'Isser, les températures moyennes les plus basses sont enregistrées au mois de janvier et février avec 12,69 et 13,5°C respectivement, alors que les températures moyennes les plus élevées sont enregistrées au mois de juillet avec 25,7°C.

Dans la région de Tizi-Ouzou Durant les deux années 2017 et 2018 les mois les plus chauds sont les mois de juillet et août. Les mois les plus froids sont décembre et janvier.

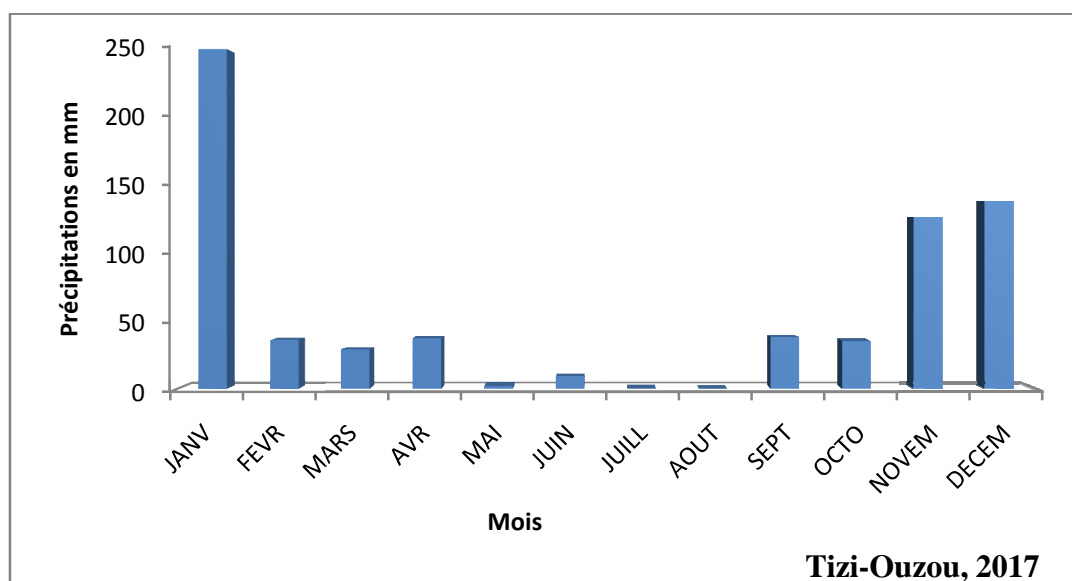
## 2.2. Pluviométrie

Ramade (2003), désigne sous le terme général de pluviométrie la quantité totale de précipitation (pluie, grêle, neige) reçue par unité de surface. Les pluies jouent un rôle écologique essentiel, tant par leurs quantités globales que par leur répartitions annuelles (Battinger, 2004).

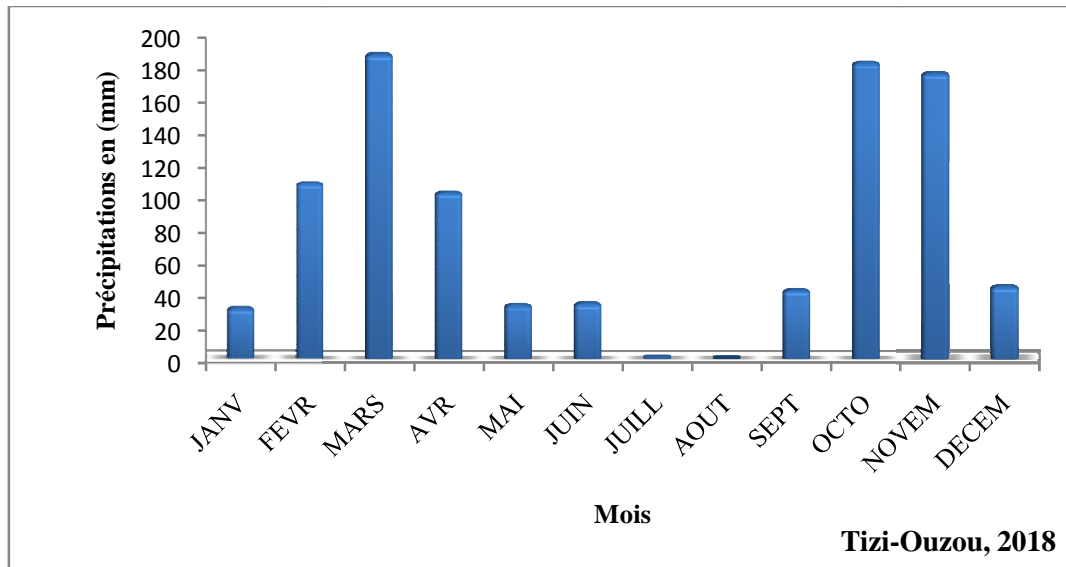
Les précipitations mensuelles en (mm) enregistrées durant l'année 2016 dans la région d'Isser et durant les années 2017 et 2018 dans la région de Tizi-Ouzou respectivement sont mentionnées dans les figures suivantes :



**Figure 17.** Variation mensuelles des précipitations dans la région d'Isser durant l'année d'étude 2016 (I.T.C.M.I., 2016).



**Figure 18.** Mensuelles des précipitations dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année d'étude 2017 (O.N.M.T.O., 2019).



**Figure19.** Précipitations moyenne mensuelles enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou pendant l'année 2018 (O. N. M.T.O, 2019).

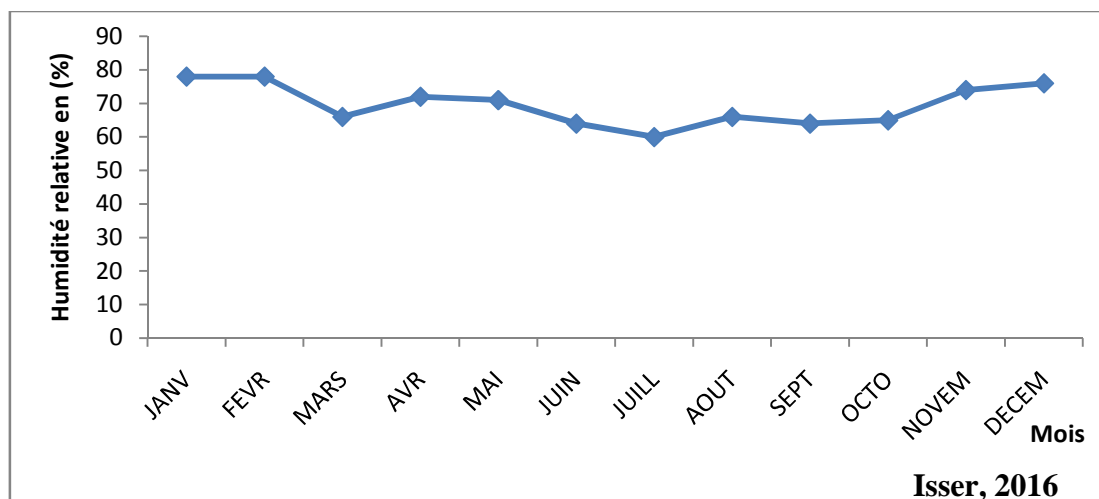
Dans la région d'Isser, le mois le plus pluvieux est le mois de décembre avec 118,9 mm, les mois le plus secs sont les mois de juillet et août avec 0,7 et 0 mm respectivement, durant l'année 2016.

Dans la région de Tizi-Ouzou, pendant l'année 2017, le mois de janvier est le plus pluvieux avec 250 mm et une absence totale de pluie est notée au mois d'août. Durant l'année 2018, les mois le plus pluvieux sont le mois de mars avec 187 mm et le mois d'octobre avec 182 mm, une absence totale de pluie est notée au mois d'août. Pendant la période d'étude les quantités de précipitation sont assez élevées.

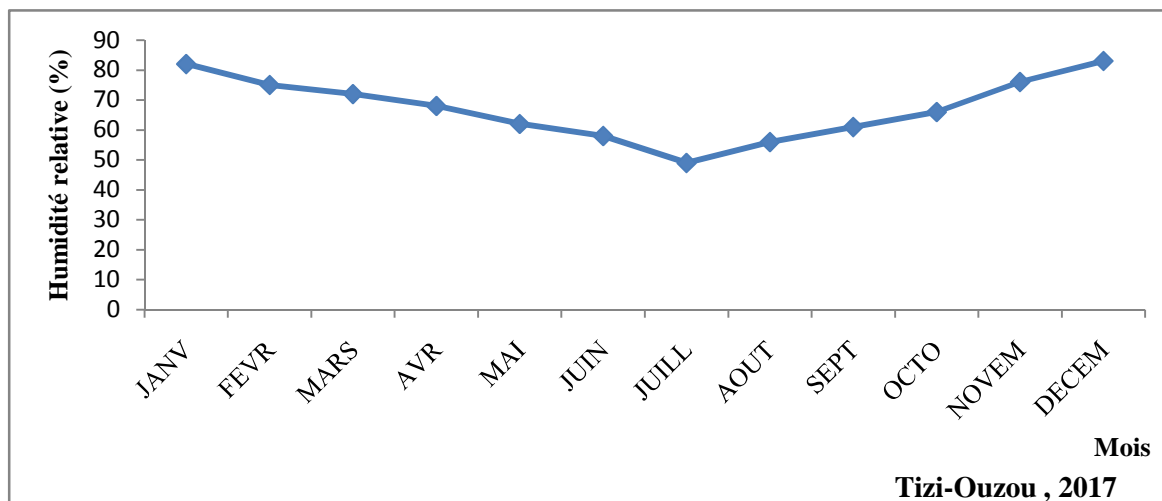
### 2.3.Humidité relative

L'humidité relative représente le pourcentage de vapeur d'eau qui existe réellement dans l'air par rapport à la quantité maximale que pourrait contenir l'atmosphère dans les mêmes conditions de température et de pression, ce facteur influe directement sur la croissance du végétal, mais aussi sur le développement du nombre d'insectes nuisibles (Dajoz, 1982).

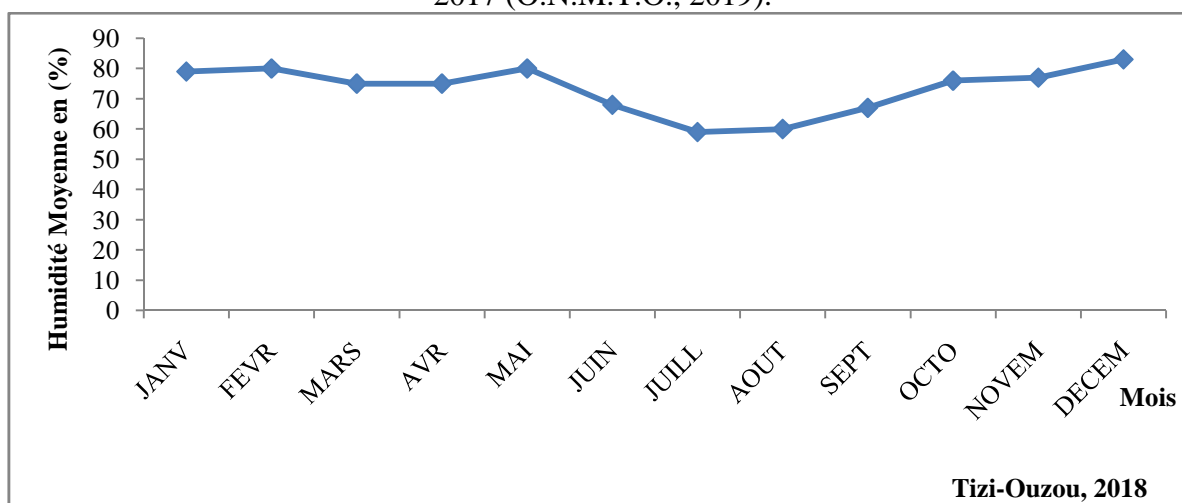
Les taux moyen d'humidité relative enregistrée durant les années 2016 dans la région d'Isser et durant les années 2017 et 2018 dans la région de Tizi-Ouzou sont présentés dans les figures suivantes :



**Figure 20.** Humidité relative mensuelle de la région d'Isser couvrant l'année d'étude 2016 (I.T.C.M.I., 2016).



**Figure 21.** Humidité relative mensuelle de la région de Tizi-Ouzou couvrant l'année d'étude 2017 (O.N.M.T.O., 2019).



**Figure 22.** Variations des moyennes mensuelles d'humidité relative enregistrées dans la région de Tizi-Ouzou couvrant l'année 2018 (O. N.M.T.O. 2018).

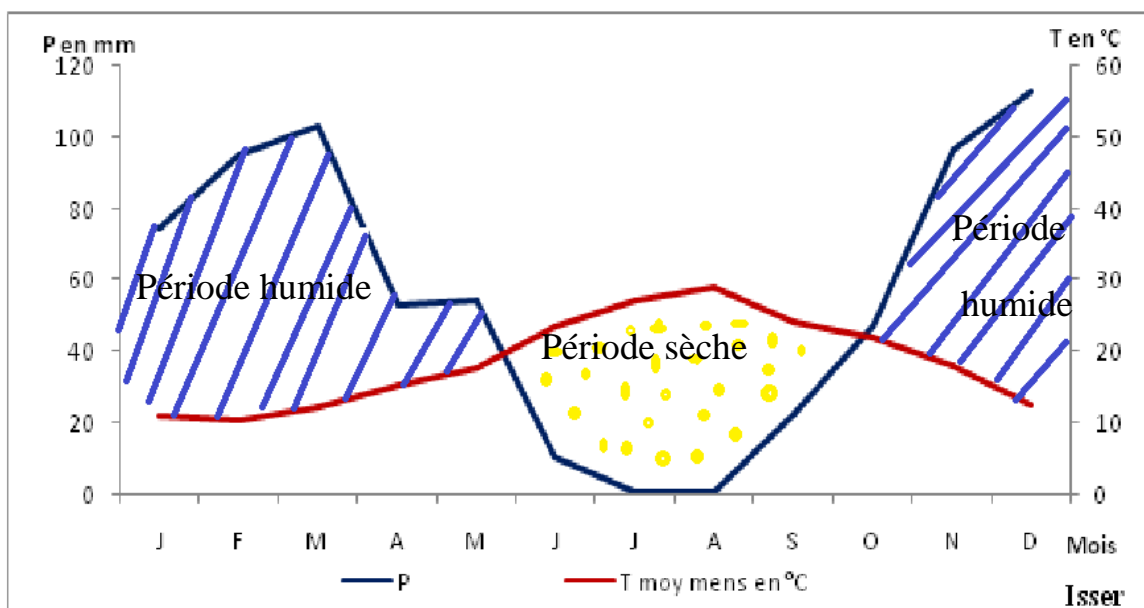
Dans la région d'Isser (Boumerdes), durant l'année 2016, le mois de juillet est le mois le moins humide avec un taux de 60%, alors que les mois de janvier et février sont les plus humides avec un taux de 78%.

Dans la région de Tizi-Ouzou, pendant l'année 2017, les taux d'humidité de l'air varient entre 49% et 83%. Le pourcentage le plus faible est de 49% enregistré au mois de juillet et le plus élevé est de 83% noté au mois de décembre.

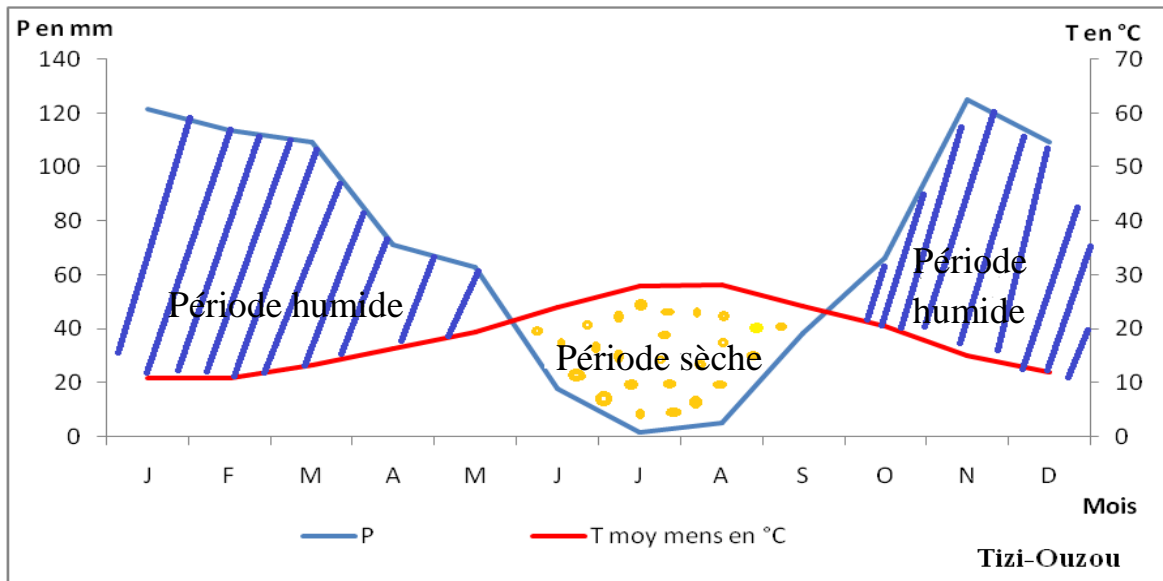
Durant l'année 2018 le taux d'humidité relative le plus élevé est de 80%, il est enregistré durant les mois de décembre et de mars, les taux d'humidité les plus faibles sont enregistrés les mois de juillet et août avec 59% et 60% respectivement.

#### 2.4. Diagramme ombrothermique

Le diagramme de Bagnouls et Gaussen permet de définir les mois les plus secs et les plus humides. Le diagramme ombrothermique sert pour expliquer les perturbations biologiques ou de la dynamique des populations de l'espèce prise en considération dues aux accidents climatiques. Les diagrammes ombrothermiques des deux régions d'études, Isser et Tizi-Ouzou durant une période de 10 ans montre l'existence de deux périodes l'une humide et l'autre sèche (Fig. 23, 24). Il faut souligner que la période humide est plus longue que la période sèche.



**Figure 23.** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région d'Isser sur 10 ans de 2006 à 2016 (I.T.C.M.I., 2016).



**Figure 24.** Diagramme ombrothermique de Bagnoules et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou sur 10 ans de 2008 à 2018 (O.N.M.T.O., 2019).

## 2.5. Quotient pluviométrique

Afin de situer nos deux régions d'études, Isser et Tizi-Ouzou dans le climatogramme d'Emberger pour l'Algérie (Fig. 25), il est nécessaire de calculer le quotient pluviométrique qui est donné par la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 \times \frac{P}{M - m}$$

Q2 : Indice pluviométrique.

P : Précipitations annuelles exprimées en mm

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en degré Celsius.

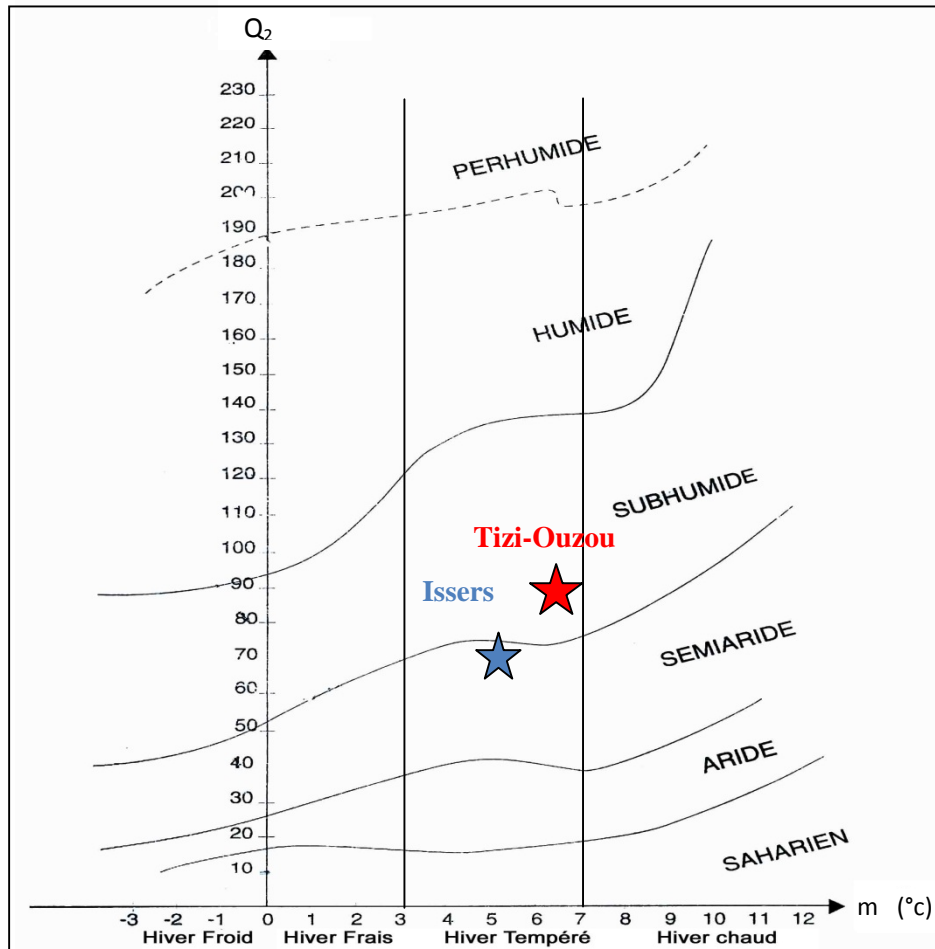
m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en degré Celsius.

Le Quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger pour la région d'Isser pour une période de 10 ans est :

$$Q2 = 3,43 \times 670,38 / 34,4 - 5,4 = 79,28$$

Le Quotient pluviométrique (Q2) d'Emberger pour la région de Tizi-Ouzou pour une période de 10 ans est :

$$Q2 = 3,43 \times 842,31 / 36 - 6,8 = 99,06$$



**Figure 25.** Climatogramme d'Emberger pour les régions d'Isser et de Tizi-Ouzou.

Les deux régions d'études sont situées dans un étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré.

### 3. Type du sol

Le sol, par son action sur la flore, intervient indirectement sur la répartition horizontale des individus (Faurie et *al.*, 2011).

Les types des sols dans la région d'Isser présentent une diversité très accentuée à savoir argilo-limoneux, limono-sableux. Toutefois, le type le plus dominant reste de type argileux. C'est un sol alcalin, pauvre en matière organique et très pauvre en azote. Concernant dans la région de Tizi-Ouzou, nos cultures sont réalisées dans un sol à texture sablo-limoneuse, léger, à moyenne profondeur et à faible pente.

### 4. Entretien des stations

#### 4.1. Plantation et buttage

La plantation des différentes variétés de la pomme de terre de pleine saison dans les deux régions d'étude est réalisée au mois de février.

Le buttage est une opération très importante pour le développement des tubercules, la formation de ces buttes permet de disposer autour du tubercule une certaine épaisseur de terre ameublie dans toutes les directions. Deux buttages sont réalisés dans toutes les stations d'étude, le premier juste après la plantation et le deuxième un mois à 40 jours après plantation.

#### **4.2. Binage**

En règle générale la gestion des adventices ne semble pas poser de problèmes majeurs en culture de pomme de terre biologique. Le désherbage est de maintenir au maximum le champ et les alentours loin des mauvaises herbes. Dans la région d'Isser seul le désherbage mécanique a été effectué pour les parcelles de pomme de terre une fois pendant la période de levée. Cependant un désherbage chimique a été effectué dans la région de Tizi-Ouzou avant la levée.

#### **4.3. Irrigation**

La pomme de terre est une culture très sensible au stress hydrique, c'est pour cette raison qu'il est important de maintenir un niveau d'humidité du sol relativement élevé. Dans la station d'Isser l'irrigation a été effectuée une fois par semaine durant tout le cycle végétatif de la pomme de terre. Dans la région de Tizi-Ouzou, l'irrigation est effectuée chaque semaine dans la station d'Oued Aissi, une fois tous les 5 jours dans la station de Tamda, et deux fois seulement au niveau de la station d'Ait El-Hassen pendant tout le cycle végétatif de la pomme de terre.

#### **4.4. Fertilisation**

La fertilisation est un paramètre essentiel pour le développement, la productivité, et le rendement optimal de la culture pomme de terre. Dans la région d'Isser, quatre types de fertilisants sont utilisés à savoir : fumure de fond avec  $5,5Q_x$ , la fertilisation (NPK) ( $3 \times 15$ ) =  $2Q_x$  effectués le 03 mars 2016, suivi le 13 avril 2016 d'une fertilisation par l'azote avec 46% (70Kg) et potassium avec 50% (125Kg), et la dernière 04 mai 2016 par le Potasol.

Dans la région de Tizi-Ouzou, différents types de fertilisants ont été utilisés, au niveau de la station de Oued-Aissi de l'engrais complet 15-15 effectué le jour de la plantation et un fertilisant minéral NPK 10q/ha. Dans la station de Tamda, un fertilisant à base d'engrais (PDG) à 25% effectué deux fois, suivi d'une fertilisation par l'azote avec 46% (70KG). A la station d'Ait El-Hassen seulement de la fumure organique à été apportée à la plantation.

#### 4.5. Traitements phytosanitaires

La pomme de terre est une culture sensible, sujette à plusieurs maladies et ravageurs en particulier le mildiou, qui en Algérie provoque une altération considérable de la qualité et du rendement de la culture, l'altérioriose, et la teigne de pomme de terre *P. operculella*. Dans le but de diminuer l'infestation et d'augmenter le rendement de la culture, plusieurs traitements ont été réalisés dans les différentes stations (Tab. 2). Cependant dans les parcelles où l'inventaire a été réalisé aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué, afin de recenser toute l'entomofaune en particulier les insectes auxiliaires, très sensibles aux produits chimiques.

**Tableau 2.** Produits phytosanitaires utilisés dans les deux régions d'études.

Produits utilisés				
Maladies et ravageurs	Région d'Isser	Région de Tizi-Ouzou		
		Station d'Oued Aissi	Station de Tamda	Station d'Ait El- Hassan
Mildiou	-Ortiva	Previcure	Verita	-Chlorothalonil
Altérioriose	Bouillie bordelaise -Consento+ Potasol			-Coprosate
Teigne de la pomme de terre	Decis	Fortune + Deltamétrine	Décis	
Bactérioses et phytophthora	Alliette flash			

## ***Chapitre IV***

---

**Bioécologie de *Phthorimaea operculella***

**Zeller**

## 1. Introduction

La teigne de la pomme de terre *P. operculella* (Zeller) est un petit papillon brun (environ 0,95cm de long, avec une envergure d'environ 1,30 cm) (Rivera, 2011). C'est un ravageur oligophage, dont les larves se nourrissent de la famille des Solanacées: pomme de terre (*S. tuberosum*), tomate (*S. lycopersicum*), tabac (*Nicotiana tabacum*), aubergine (*S. melongena*), piment (*Capsicum annuum*) et hôtes sauvages morelle noire (*Solanum nigrum*), datura (*Datura stramonium*). Originaires de la région montagneuse tropicale de l'Amérique du Sud, elle est actuellement le ravageur le plus nuisible de la pomme de terre (Sporleder et al., 2004). Le ravageur attaque les plants de pomme de terre tout au long de la saison de croissance; les larves exploitent les feuilles, les tiges, les pétioles et creusent des tunnels dans les tubercules de pomme de terre, ce qui est considéré comme le dommage typique. Après la récolte de la pomme de terre, l'insecte peut continuer à se développer sur des tubercules ou sur des plants restant dans le champ, y compris d'autres plantes Solanacées telles que les tomates (Rondon, 2010).

Le contrôle de *P. operculella* est essentiel car les pommes de terre sont principalement stockées et les tubercules infestés de larves sont considérés comme non commercialisables. Le ravageur est très difficile à contrôler et au fil des ans, les producteurs se sont largement appuyés sur l'utilisation d'insecticides et sur une grande variété de pratiques culturales. Afin de pouvoir contrôler et de réduire les dégâts et les pertes occasionnés par ce microlépidoptère, il est nécessaire d'étudier la bioécologie de cet insecte qui est l'un des ravageurs les plus redoutables de la pomme de terre en Algérie, en plein champ et dans les structures de stockage.

## 2. Matériel et méthodes

Notre étude est réalisée sur neuf variétés de pomme de terre *S. tuberosum* L. réparties entre deux régions.

### 2.1. Matériel végétal

**2.1.1. Région d'Isser (Boumerdes)** où l'étude est menée sur quatre variétés de pomme de terre (Fig. 26) qui sont la Spunta et la Désirée très répandues et très utilisées, la Kenza et la Crisper nouvellement introduites en Algérie pour essais de culture.

#### 2.1.1.1. Caractères descriptives de la variété Spunta

L'origine génétique de la variété Spunta est « Béa × U.S.D.A. 96- 56 », et son Obtenteur est J. Oldenburger (Pays- Bas) ; Cette variété est la plus cultivée dans le monde, essentiellement destinée à la consommation, à maturité demi précoce, très productive, repos végétatif moyen. Très

sensible aux maladies. Les tubercules sont gros, oblong, allongé, réguliers, des yeux très superficiels, à peau et chair jaune, tendre et à faible teneur en matière sèche (19%). La plante de taille haute, port dressé, de type rameux. Les feuilles de couleur vert franc, peu divisée. La floraison assez abondante de couleur blanche (Fig. 26a) (Bourget, 1998).

#### 2.1.1.2. Caractères descriptives de la variété Désirée

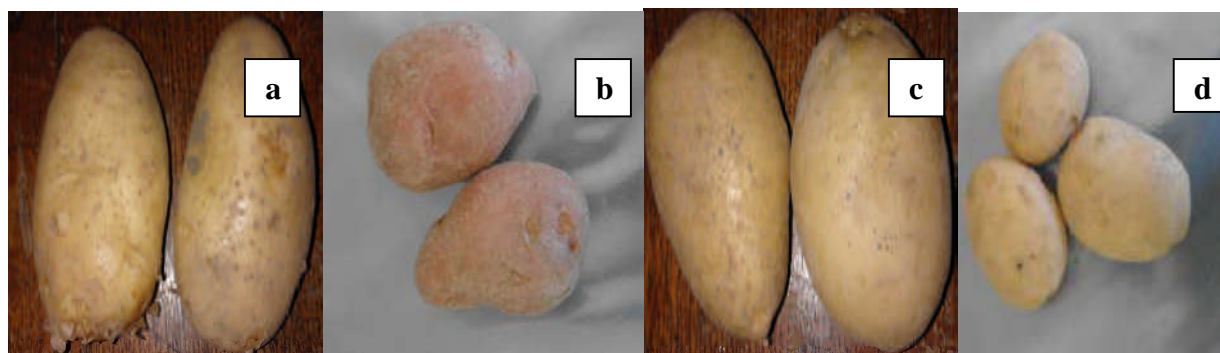
La variété Désirée est issue d'un croisement entre Urgenta et Depesche, l'obteneur est le ZPC, Pays-Bas. C'est une variété très répandue et cultivée dans le monde, destinée à la consommation, à maturité moyenne, avec un rendement élevé. Elle se caractérise par un tubercule gros ovale, assez régulier, avec une peau rouge, une chair jaune, et des yeux superficiels. La plante est de taille haute à port dressé. Les feuilles sont d'un vert franc, peu divisées, ouvertes avec des fleurs rouge violacé à grandes pointes blanches (Fig. 26 b) (Polese, 2006).

#### 2.1.1.3. Caractères descriptives de la variété Kenza

La variété est destinée à la consommation, à maturité demi-précoce. Son tubercule est allongé à peau jaune et à chair crème avec des yeux peu profonds. La plante est de taille haute à moyenne avec un port dressé à demi-dressé. Les feuilles ont une coloration claire, une tige moyenne à grande et une floraison abondante (Fig. 26c) (Arvalis, 2008).

#### 2.1.1.4. Caractères descriptives de la variété Crisper

L'origine génétique de la variété Crisper est « chipsi x herta », son obteneur est la station de recherche comité Nord-France. C'est une variété destinée à la consommation, à maturité demi-tardive. Le tubercule oblong court, les yeux sont superficiels à moyennement enfoncés, peau jaune, chair jaune claire. La plante est de taille moyenne à haute, port demi-dressé, et de type intermédiaire. Les feuilles sont de couleur vert moyen à foncé. Une floraison abondante de couleur blanche (Fig. 26d) (Arvalis, 2008)



**Figure 26.** Tubercules des variétés utilisées dans la région d'Isser (Originale, 2016).

Spunta (a), (b) Désirée  
(c) Kenza, (d) Crisper

### 2.1.2. Régions de Tizi-Ouzou

L'étude est réalisée dans trois stations différentes ; la station d'Oued Aissi, où trois variétés sont plantées, Fabula, Arinda et Synergy, la station de Tamda avec une seule variété qui la Timate et la station d'Ait El Hassen avec la variété Florice (Fig.27).

#### 2.1.2.1. Caractères descriptives de la Fabula

L'origine génétique de la variété Fabula est issue du croisement (Monalisa x Hudson) réalisé par D. Biemond B.V. - HZPC, Pays-Bas. La Fabula est une variété de consommation, à maturité mi- précoce à mi-tardive, avec un rendement élevé à très élevé, et des tubercules ovales; peau jaune pâle et lisse, chair jaune pâle, yeux mi-profonds. La plante est de petite taille à moyenne; semi-dressés; tiges très ramifiées. Les feuilles sont de couleur olive, semi-ouvertes. Les fleurs possèdent une grande corolle rouge-violet avec des pointes blanches (Hans et *al.*, 2011).

#### 2.1.2.2. Caractères descriptives de la variété Arinda

La pomme de terre Arinda est une variété à maturité demi-précoce, à dormance longue, avec un rendement très élevé et un calibre uniforme à très uniforme. Le tubercule est ovale à allongée ; peau jaune, lisse à assez lisse, de couleur jaune clair à pâle, des yeux superficiels. La plante est de taille haute, structure du feuillage de type intermédiaire, tiges à port semi-dressé, feuilles grandes à très grandes, vertes à vert clair. La floraison abondante à Très abondante (Hans et *al.* , 2011).

#### 2.1.2.3. Caractères descriptives de la variété Synergy

La variété Synergy est une variété de consommation, le tubercule de forme oblong ; allongé, une peau jaune, chaire blanche, et les yeux superficiels. La plante est de taille moyenne, la structure du feuillage est de type intermédiaire, tiges à port demi-dressé. La maturité est mi précoce, dormance longue à très longue. C'est une variété sensible au mildiou du feuillage et assez sensible au mildiou du tubercule, sa teneur en matière sèche est très faible (Arvalis, 2008).

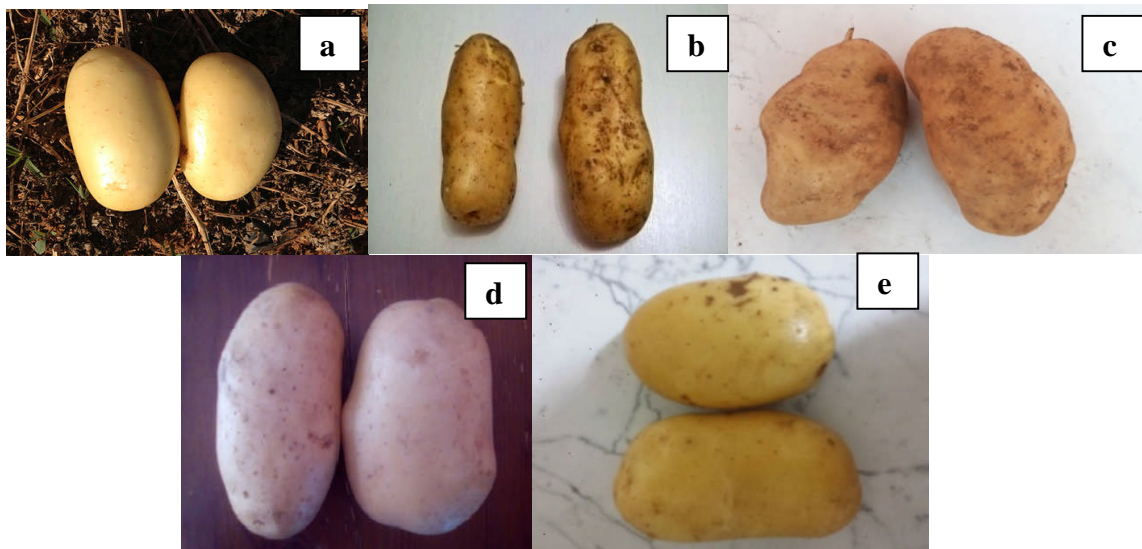
#### 2.1.2.4. Caractères descriptives de la variété Timate

La variété Timate est ancienne, d'origine du Pays-Bas, avec cette variété hollandaise demi-précoce inscrite sur la liste européenne, la teneur en matière sèche est encore élevée mais la variété est également très délicate au goût. Elle est beaucoup cultivée en Afrique du Nord mais elle reste un peu délicate à produire, sa chair est jaune pâle, la peau jaune et lisse, plante à tiges peu nombreuses, assez grosses, feuilles assez grandes, tubercule oblong long, yeux

superficiels. C'est une variété de très bonne qualité avec un excellent rendement (Bourget, 1998).

### 2.1.2.5. Caractères descriptives de la variété Florice

La pomme de terre de variété Florice est très cultivée dans le monde, essentiellement destinée à la consommation à maturité précoce à demi-précoce, très productive avec un rendement élevé. Le tubercule très gros ovale, peau jaune avec une chair jaune pâle, des yeux peu profonds. La plante est de taille moyenne, port demi-dressé à étalé. Les feuilles sont d'un vert moyen. Les fleurs sont de couleur violet-bleu (Polese, 2006).

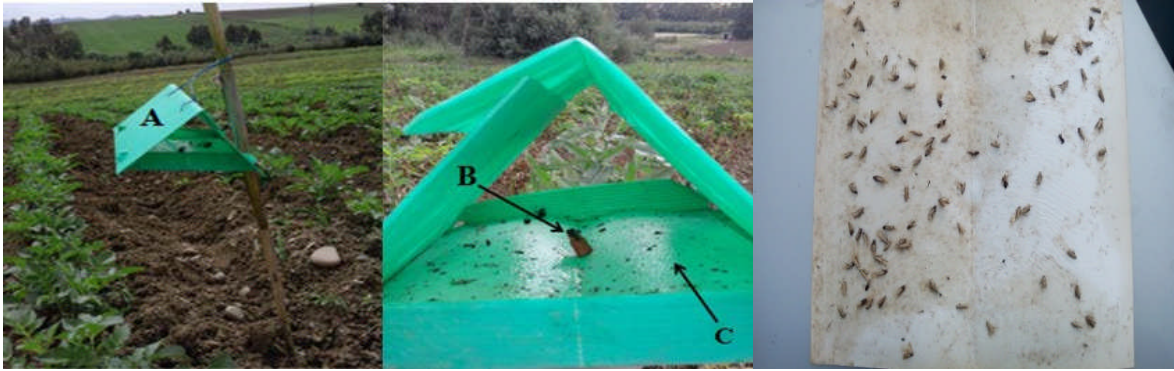


**Figure 27.** Tubercules des variétés utilisées dans la région de Tizi-Ouzou (Originale, 2017).

(a) Fabula, (b) Arinda, (c) Synergy, (d) Timate, (e) Florice

## 2.2. Pièges à phéromone

Le suivi des populations adultes mâles de *P. operculella* est réalisé à l'aide de pièges à phéromone de type Delta fourni par la Station Régionale de Protection des Végétaux. Ce piège se compose d'un fond englué et d'un toit fait en matériel durable et résistant à l'eau (Fig. 28). Les mâles attirés par les phéromones de synthèse femelles (PH-754-1RR) sont fixés sur le fond englué. Dans chaque variété étudiée un piège est mis en place, il est suspendu sur une barre à hauteur de 50 cm du sol. Les phéromones sont renouvelées à intervalle de 3 semaines durant la période d'étude. Les pièges sont visités chaque semaine et le dénombrement des adultes mâles est effectué.



**Figure 28.** Piège à phéromone de type Delta (Originale, 2016).

A : Piège Delta ; B : Diffuseur de phéromone ; C : Plaque engluée avec insectes capturés

### 2.3. Prélèvement de feuillage

Dans le but de suivre l'oviposition de l'insecte, des prélèvements de feuilles sont effectués chaque semaine et cela à partir du stade élongation de *S. tuberosum*. Un échantillonnage systématique est réalisé, 150 feuilles sont prélevées de chaque variété à raison de 50 feuilles par étage foliaire (supérieur, moyen et inférieur). Les œufs pondus par les femelles ainsi que les larves de *P. operculella* sont dénombrées au niveau des faces supérieures et inférieures ainsi que des étages foliaires.

### 2.4. Traitements des données

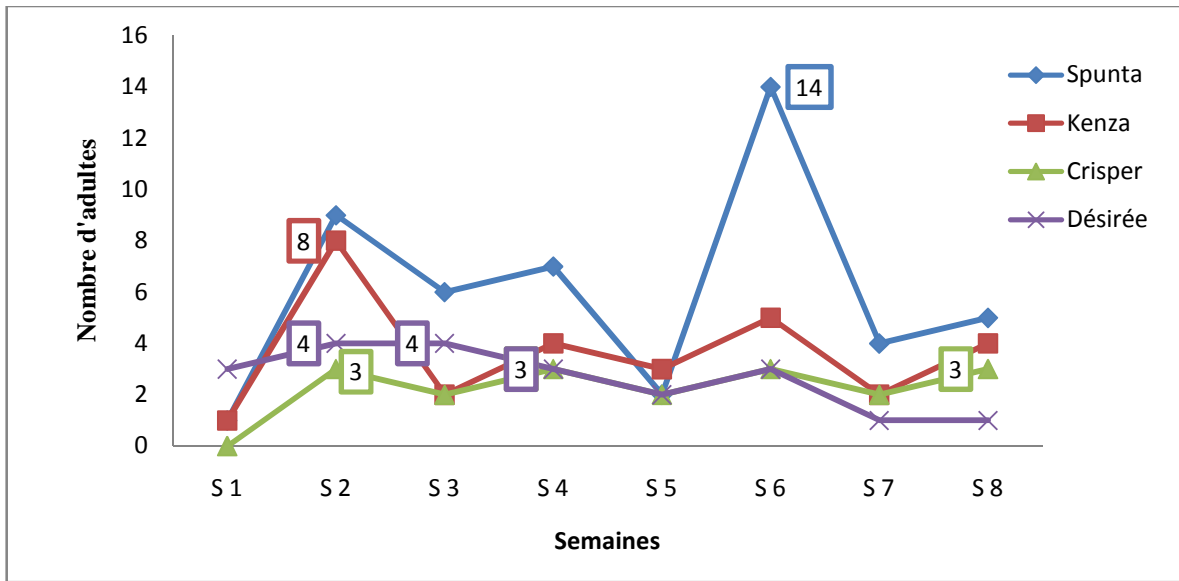
Les résultats obtenus sont soumis à l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de signification à 0,05 afin de comparer plusieurs moyennes. Les résultats sur le suivi des adultes dans différentes variétés et les données sur le dénombrement d'œufs et des larves de *P. operculella* en fonction des variétés de l'étage et de la face foliaire sont analysés. Cette analyse a été complétée par le test de Scheffé en utilisant le logiciel Origin (Version 7.5). Une corrélation entre les températures et le nombre d'adulte mâles capturés dans les pièges à phéromones est effectuée avec un modèle de régression linéaire.

## 3. Résultats

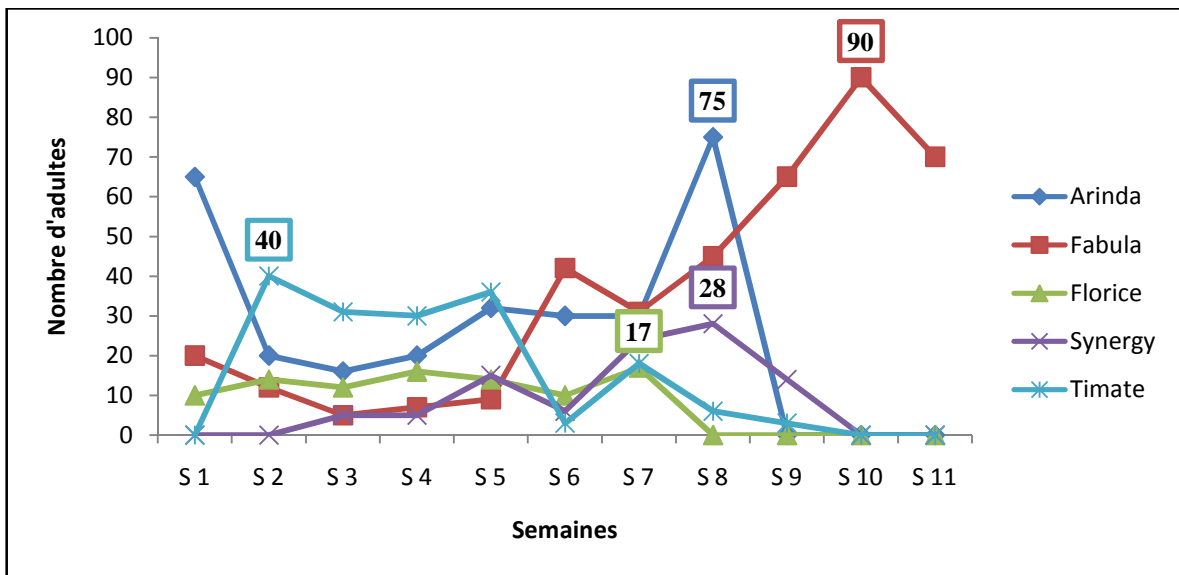
### 3.1. Suivi de la dynamique des adultes mâles de *P. operculella*

#### 3.1.1. Evolution temporel du nombre d'adultes mâles capturés

Le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* capturés dans les pièges à phéromones dans les deux régions d'études Isser (Boumerdes) et Tizi-Ouzou pendant la période expérimentale est représenté dans les figures suivantes :



**Figure 29.** Nombre d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromones sur quatre variétés de pomme de terre (Spunta, Kenza, Crisper, Désirée) à Boumerdes.



**Figure 30.** Nombre d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromones sur cinq variétés de pomme de terre (Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate) dans la région de Tizi-Ouzou.

Durant la première semaine d'observation correspondant au 04 avril 2016, dans la région d'Isser (Boumerdes), le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromone est faible sur les quatre variétés avec un individu/ piège sur la Spunta et la Kenza, 3 individus /piège sur la Désirée et aucun individu au niveau du piège de la Crisper. Une augmentation progressive du nombre d'adultes capturés est enregistrée dès la

deuxième semaine d'observation, pour atteindre son maximum à la 6<sup>ème</sup> semaine avec 14 ; 5 ; 3 et 3 individus par piège sur la Spunta, la Kenza, la Crisper et la Désirée respectivement.

Durant toute la période d'étude le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* montre des fluctuations importantes d'une semaine à l'autre et d'une variété à une autre dans la région de Tizi-Ouzou. L'effectif d'adultes mâles capturés le plus important est enregistré la dernière semaine de prélèvement sur la variété Fabula. Les variétés Arinda et Synergy enregistre un pic important vers la dixième semaine avec 75 et 28 individus capturés. Il est important de signaler que la culture des trois variétés (Arinda, Fabula, Synergy) est réalisée dans la région de Oued-Aissi (Tizi-Ouzou). Le nombre d'individus recensé le plus faible est enregistré sur la variété Florice avec 17 mâles dans la région d'Ait-El-Hassen (Tizi-ouzu) qui est la plus haute station étudiée. Sur la variété Timate un pic important est enregistré la deuxième semaine d'observation avec 40 individus, ensuite le nombre baisse considérablement les semaines suivantes, du fait des traitements phytosanitaires intensifs et répétitifs appliqués ainsi que l'irrigation régulière.

L'analyse de la variance pour le nombre d'adultes mâles capturés par les pièges à phéromones indique une différence significative ( $P=0,02$ ) entre les 4 variétés (Tab. 3) et la variété Spunta est la plus attaquée enregistrant une moyenne de  $(6\pm 1,46)$  adultes mâles).

**Tableau 3.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromones au niveau des variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.

	Variétés				P. Value
	Spunta	Kenza	Crisper	Désirée	
<b>Nombre d'adultes</b>	$6\pm 1,46$ a	$3,6\pm 0,77$ b	$2,25\pm 0,36$ b	$2,62\pm 0,42$ b	0,02 (*)

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

L'analyse de la variance pour le nombre d'adultes mâles capturés par les pièges à phéromones dans la région de Tizi-Ouzou, indique une différence hautement significative ( $P=0,008$ ) entre les cinq variétés (Tab. 4). La variété Florice est la moins attractive avec une moyenne de  $(7,75\pm 2,06)$  adultes).

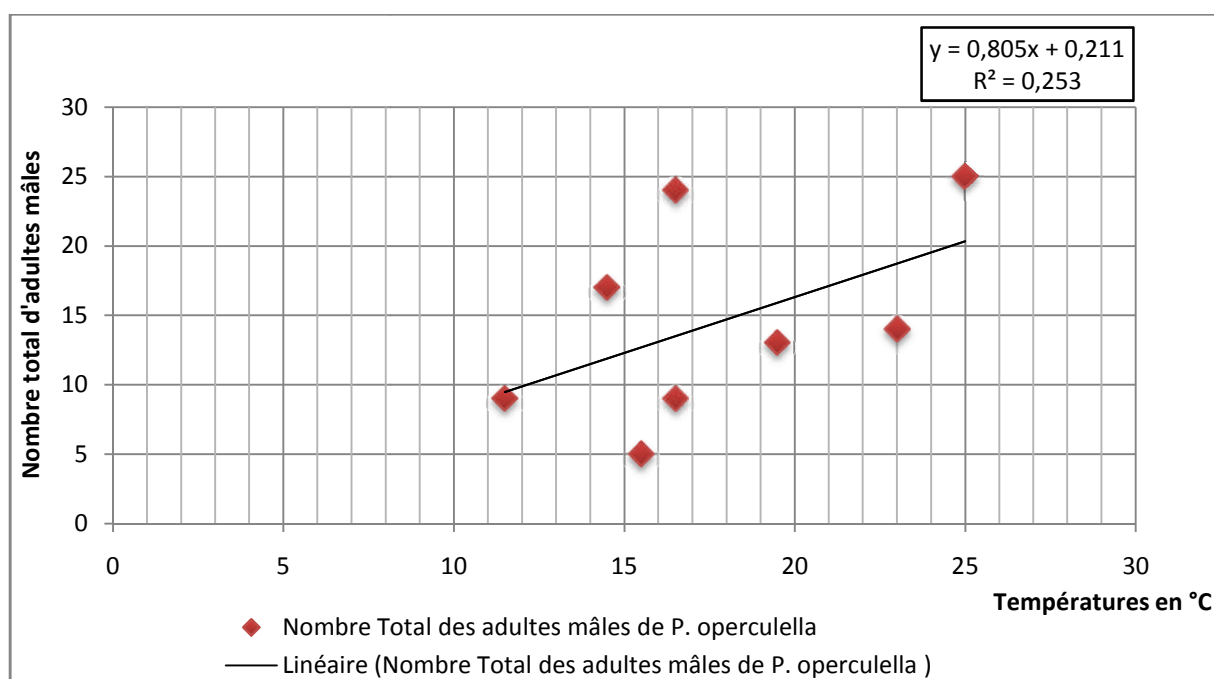
**Tableau 4.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromones au niveau des variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.

	Variétés					P. Value
	Arinda	Fabula	Florice	Synergy	Timate	
<b>Nombre d'adultes</b>	24 $\pm$ 2,06b	33 $\pm$ 8,5b	7,75 $\pm$ 2,06 a	8,08 $\pm$ 2,86 b	13,9 $\pm$ 2,86b	0,008 (***)

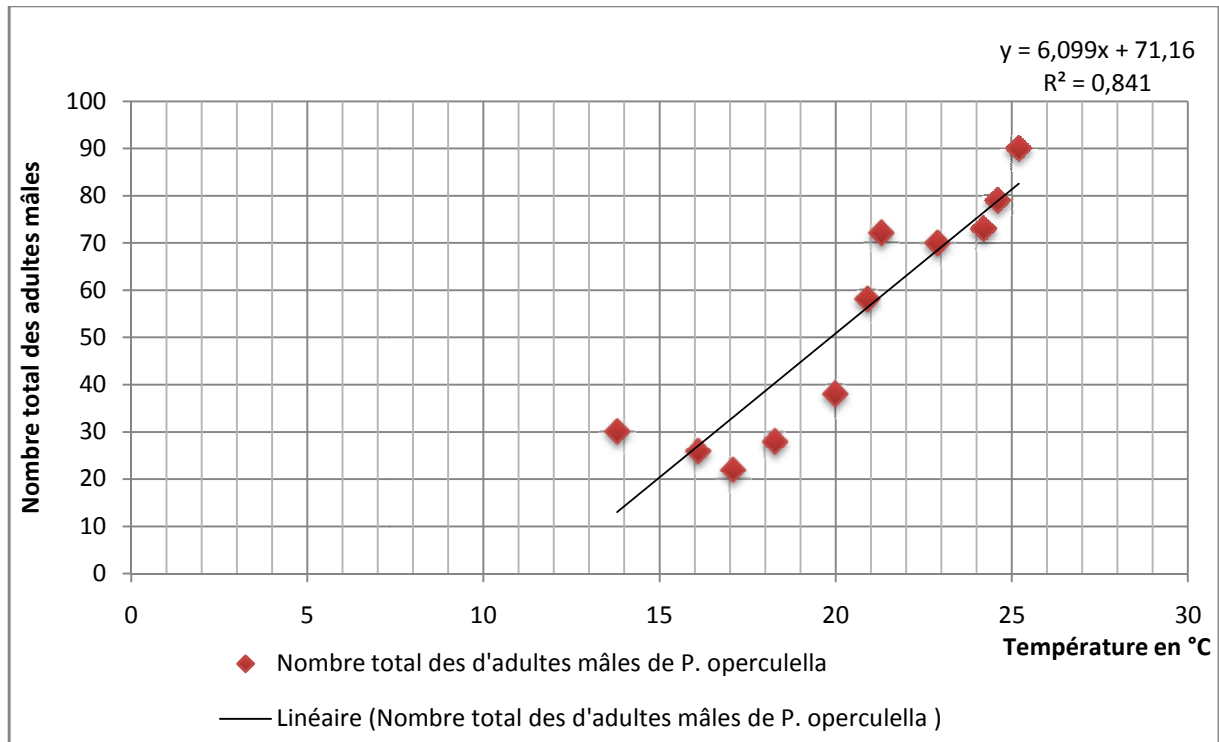
Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.1.2. Corrélation entre le nombre d'adultes Mâles capturées et les températures

Afin de montrer si l'évolution du nombre d'adultes mâles total de *P. operculella* capturés dans les pièges à phéromones est fonction des températures moyennes, une corrélation entre les deux paramètres est calculée avec un modèle de régression linéaire représenté dans les figures 31 et 32.



**Figure 31.** Corrélation entre le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* et les températures moyennes dans la région d'Isser (Boumerdes).



**Figure 32.** Corrélation entre le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* et les températures moyennes dans la région de Tizi-Ouzou.

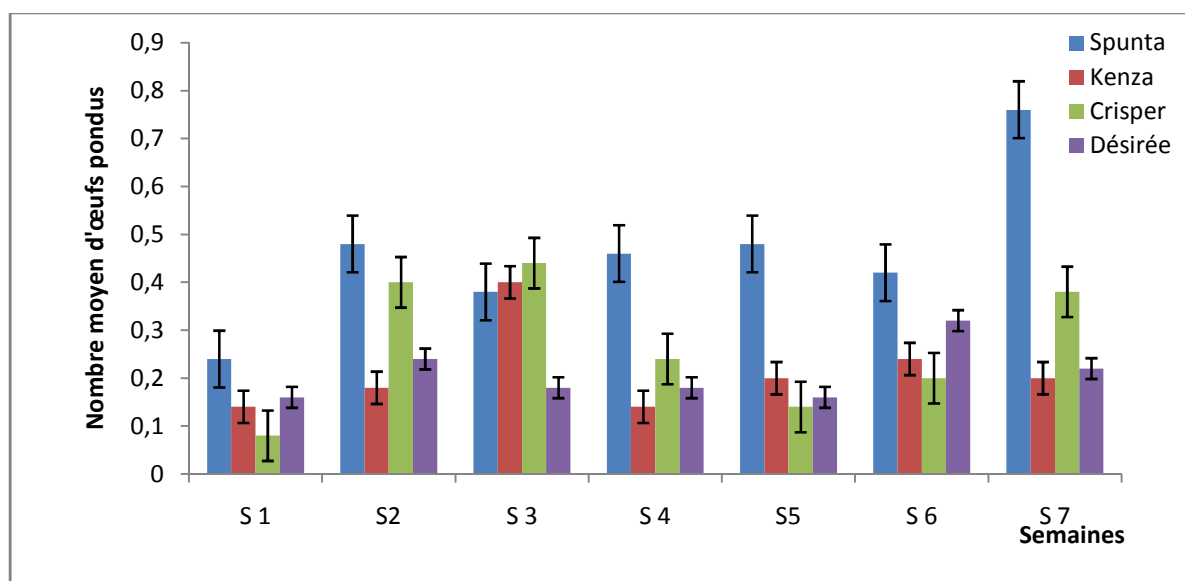
Une corrélation positive existe entre la température et le nombre d'adultes mâles dans les deux régions d'études. Dans la région de Boumerdes il existe une faible corrélation, avec un coefficient  $r = 0,503$  ( $y = 0,805x + 0,211$  avec  $R^2 = 0,253$ ). Dans la région de Tizi-Ouzou une forte corrélation est enregistrée avec un coefficient  $r = 0,917$  ( $y = 6,099x + 71,16$  avec  $R^2 = 0,841$ ).

### 3.2. Densité des œufs pondus par les femelles de *P. operculella*

#### 3.2.1. Dans la région d'Isser (Boumerdes)

##### 3.2.1.1. Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella*

Le nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre sur les quatre variétés, Spunta ; KENZA ; Crisper et Désirée durant la saison de culture dans la région d'Isser (Boumerdes) est représenté dans la figure 33.



**Figure 33.** Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les quatre variétés de pomme de terre dans la région d'Isser, Boumerdes.

Durant la première semaine d'étude, le nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les différentes variétés étudiées est faible. Les valeurs maximales d'œufs pondus sont enregistrées sur la variété Spunta avec 24 œufs durant la deuxième et la cinquième semaine de prélèvement et 38 œufs (avec une moyenne de  $0,76 \pm 0,15$  œufs/feuilles) juste avant la récolte. Les valeurs maximales d'œufs enregistrés sur les variétés Kenza, Crisper et Désirée sont respectivement 20 ( $0,18 \pm 0,08$  œufs/feuille), 22 ( $0,44 \pm 0,13$  œufs/feuilles) et 16 ( $0,32 \pm 0,05$ ).

L'analyse de la variance à 1 facteur de classification (variétés) pour la distribution des œufs de *P. operculella* indique une différence hautement significative entre les 4 variétés ( $P = 0,0006$ ). Les femelles de la teigne de la pomme de terre montrent une préférence pour la variété Spunta avec une moyenne de  $0,153 \pm 0,04$  œufs/feuille (Tab. 5).

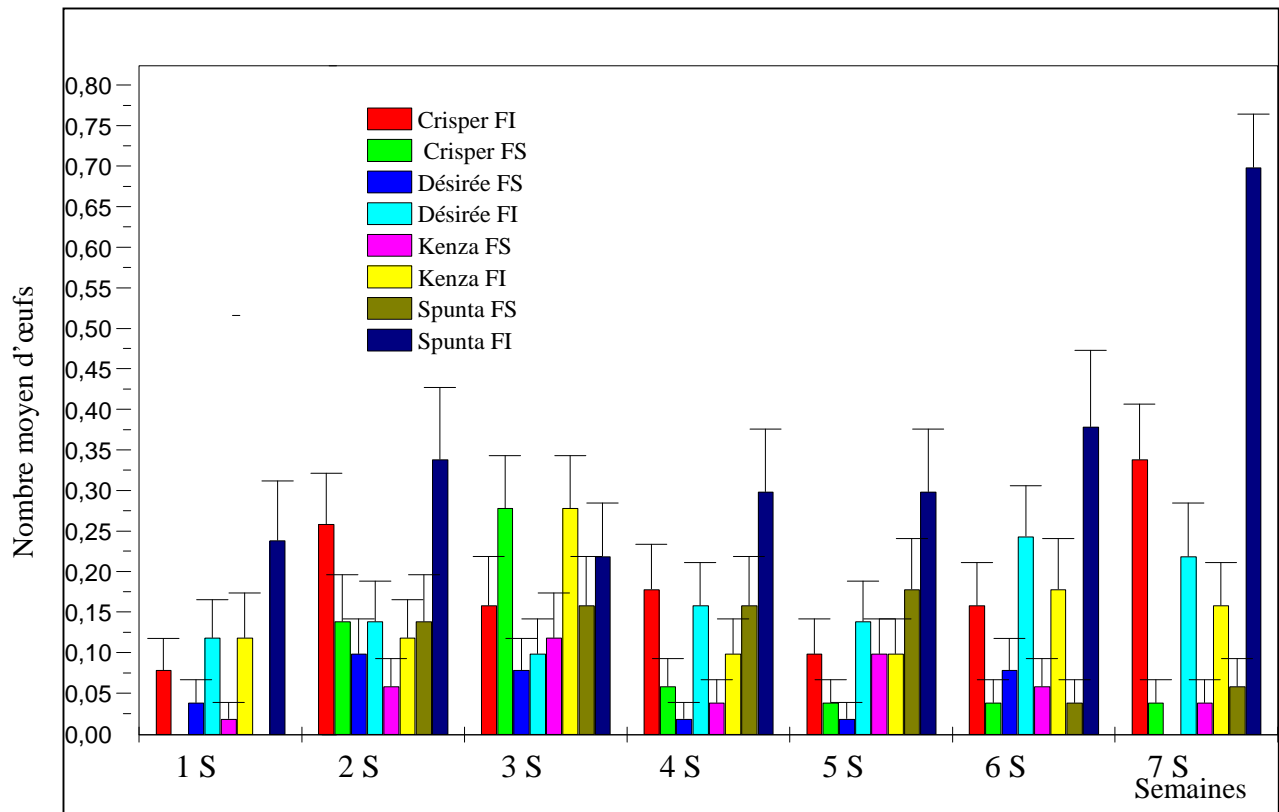
**Tableau 5.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de pomme de terre dans la région de Boumerdes.

	Variétés				P. value
	Spunta	Kenza	Crisper	Désirée	
Nombre moyen d'œufs	$0,153 \pm 0,04$ a	$0,073 \pm 0,03$ b	$0,089 \pm 0,03$ b	$0,07 \pm 0,02$ b	0,0006 (***)

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha = 0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha = 0,001$ , (\*)  $\alpha = 0,01$ .

### 3.2.1.2. Distribution des œufs pondus par les femelles de *P.operculella* selon les faces foliaires sur les variétés Spunta, Désirée, Kenza et Crisper de la pomme de terre.

La densité des œufs pondus par les femelles de *P.operculella* sur les feuilles de la pomme de terre des 4 variétés évaluée sur les faces inférieures et supérieures est représentée dans la figure suivante :



**Figure 34.** Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés de la pomme de terre Spunta, Kenza, Crisper, Désirée, cultivées à Boumerdes.

Le nombre moyen d'œufs pondus sur les faces inférieures est plus important que celui pondus sur les faces supérieures pour les trois variétés Spunta, Kenza et Désirée. Pour la Crisper, les femelles de *P. operculella* pondent leurs œufs sur la face inférieure durant toute la période expérimentale à l'exception de la 3<sup>ème</sup> semaine d'observation où le nombre moyen d'œufs pondus est plus important au niveau de la face supérieure.

L'analyse de la variance du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures a montré des différences hautement significative sur les variétés Spunta et Kenza ( $P=0,002$ ) et ( $P=0,007$ ) respectivement. Sur la Désirée, la différence de ponte entre les 2 faces est très hautement significative ( $P= 0,0006$ ), alors qu'elle est non significative sur la variété Crisper ( $P=0,07$ ) (Tab. 6).

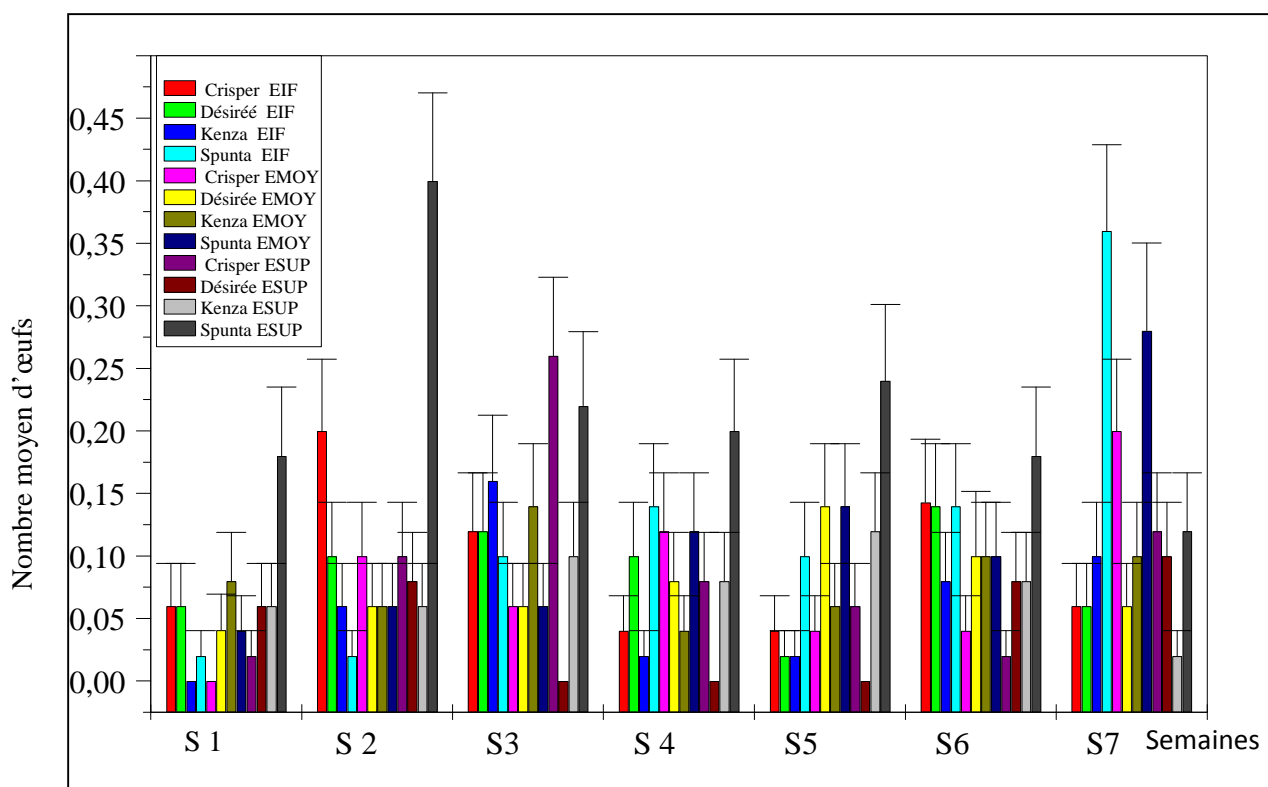
**Tableau 6.** Distribution des œufs (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de la pomme de terre cultivée à Boumerdes.

Variétés	Faces foliaires		P. value
	F. Sup.	F.Inf.	
Spunta	0,11 $\pm$ 0,03 a	0,35 $\pm$ 0,06 b	0,002(**)
Kenza	0,06 $\pm$ 0,01 a	0,15 $\pm$ 0,02 b	0,007(**)
Crisper	0,08 $\pm$ 0,3 a	0,05 $\pm$ 0,01 a	0,07 NS
Désirée	0,05 $\pm$ 0,01 a	0,16 $\pm$ 0,01 b	0,0006(***)

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.2.1.3. Distribution des œufs par les femelles de *P.operculella* selon les étages foliaires sur les variétés Spunta, Désirée, Kenza et Crisper.

L'évolution du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P.operculella* sur les 4 variétés en fonction des étages foliaires de la plante hôte est présentée dans la figure 35.



**Figure 35.** Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des étages foliaires (Supérieures moyen et Inférieures) sur les variétés de la pomme de terre Spunta, Kenza, Crisper, Désirée, cultivée à Boumerdes.

La distribution des œufs montre sur la variété Spunta une préférence de ponte sur l'étage supérieur avec une valeur maximale de 0,4 œufs/feuilles. Par contre, sur la Kenza un pic maximal est enregistré sur l'étage inférieur avec 0,16 œufs/feuilles. Le nombre moyen d'œufs pondus sur la variété Crisper atteint une valeur maximale de 0,26 œufs/feuille au niveau de l'étage supérieur. Sur la variété Désirée deux pics successifs de 0,14 œufs/feuilles sont enregistrés sur l'étage inférieur.

L'analyse de la variance du nombre moyen d'œufs pondus sur les différents étages, indique qu'il n'y a pas de différence significative pour les quatre variétés (Tab. 7). Les femelles de la teigne de la pomme de terre n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné pour déposer leurs œufs.

**Tableau 7.** Distribution des œufs (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) sur les quatre variétés de pomme de terre à Boumerdes.

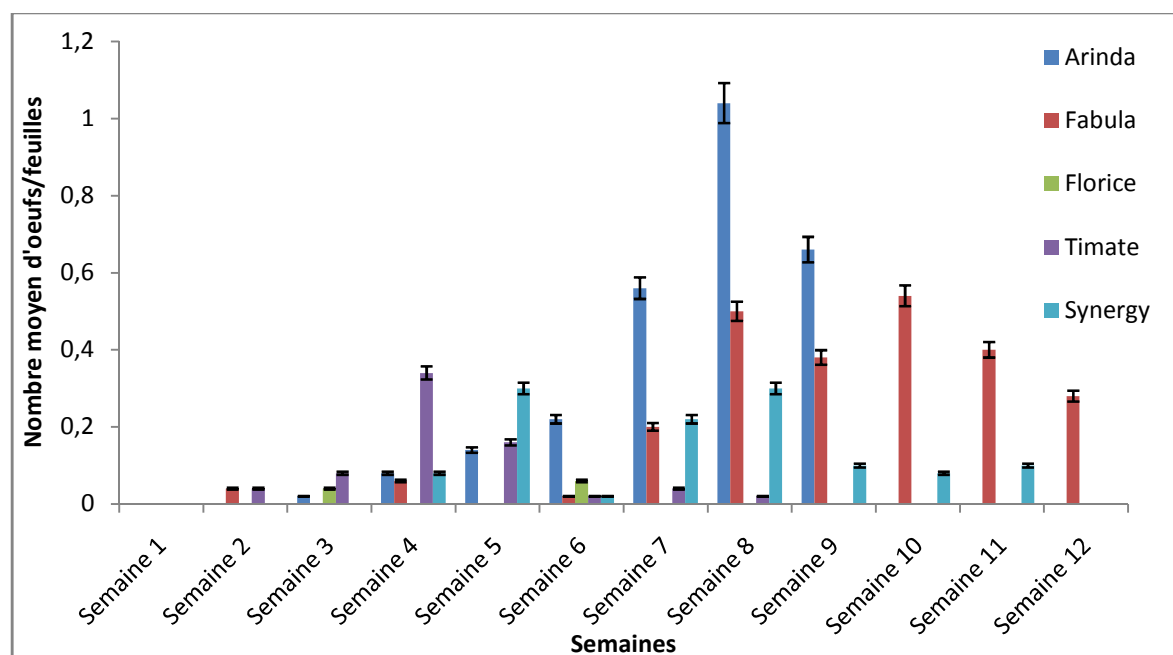
Variétés	Etages foliaires			P. value
	E. Sup.	E. Moy.	E. Inf.	
Spunta	0,22 $\pm$ 0,03 a	0,11 $\pm$ 0,03 a	0,12 $\pm$ 0,04 a	0,1 NS
Kenza	0,07 $\pm$ 0,01 a	0,08 $\pm$ 0,01 a	0,06 $\pm$ 0,02 a	0,67 NS
Crisper	0,09 $\pm$ 0,03 a	0,08 $\pm$ 0,02 a	0,09 $\pm$ 0,02 a	0,9 NS
Désirée	0,04 $\pm$ 0,02 a	0,07 $\pm$ 0,01 a	0,08 $\pm$ 0,02 a	0,17 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.2.2. Dans la région de Tizi-Ouzou

#### 3.2.2.1. Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella*

Le nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les cinq variétés de pomme de terre, Arinda ; Fabula ; Florice ; Synergy et Timate durant la saison de culture de 2017 dans la région de Tizi- Ouzou est représenté dans la figure ci-dessous :



**Figure 36.** Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les cinq variétés de pomme de terre cultivées dans la région de Tizi-Ouzou.

Durant les premières semaines de prélèvements le nombre moyen d'œufs enregistré sur toutes les variétés de pomme de terre cultivées est très faible, vers la 8<sup>ème</sup> semaine un pic est enregistré sur les variétés Arinda et Fabula avec des moyennes respectives de  $1,04 \pm 0,3$  et  $0,5 \pm 0,2$  œufs/feuilles. Sur la variété Florice les œufs sont observés à deux reprises, la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine d'observation avec des moyennes de 0,04 et 0,06 œufs/feuille, respectivement.

L'analyse de la variance pour la distribution d'œufs de *P. operculella* en fonction des variétés (Tab. 8) indique une différence hautement significative entre les cinq variétés ( $P = 0,004$ ). Le nombre d'œufs le plus faible est enregistré sur la variété Florice avec une moyenne de  $0,001 \pm 0,004$  œufs/feuilles.

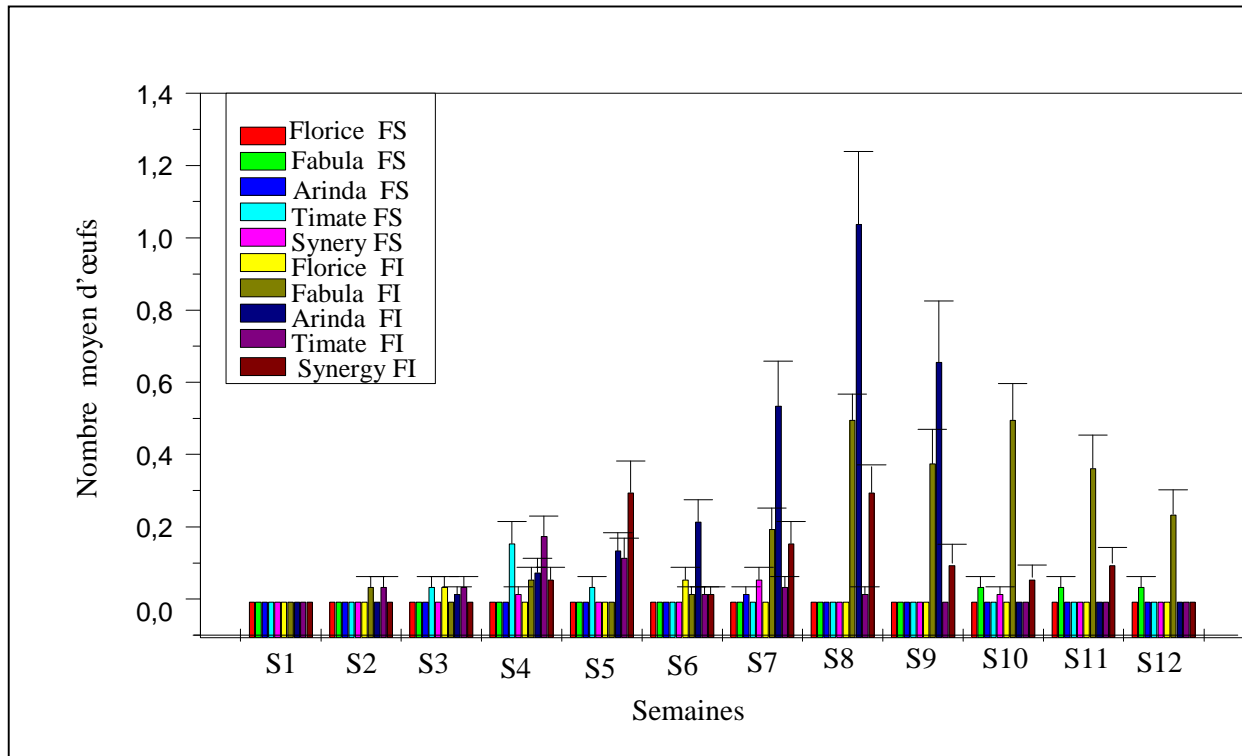
**Tableau 8.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les cinq variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées dans la région de Tizi-Ouzou.

	Variétés					P. value
	Arinda	Fabula	Florice	Synergy	Timate	
Nombre moyen d'œufs	$0,04 \pm 0,11$ b	$0,039 \pm 0,06$ b	$0,001 \pm 0,004$ a	$0,06 \pm 0,04$ b	$0,04 \pm 0,02$ b	0,004(***)

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha = 0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha = 0,001$ , (\*)  $\alpha = 0,01$ .

### 3.2.2.2. Distribution des œufs selon les faces foliaires sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate

La densité des œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les feuilles de la pomme de terre des cinq variétés évaluée sur les faces inférieures et supérieures est représentée dans la figure 37.



**Figure 37.** Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées à Tizi-Ouzou.

Au cours de notre étude, le nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* est plus important sur les faces inférieures des feuilles de la plante hôte sur les variétés, Arinda, Synergy, Timate et Fabula, alors que sur la variété Florice les œufs sont pondus sur les deux faces de manière irrégulière (Fig. 37).

L'analyse de la variance du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures a montré des différences significatives sur les variétés Arinda ( $P=0,03$ ), Synergy ( $P=0,01$ ) et Timate ( $P=0,02$ ). Sur la Fabula, la différence de ponte entre les 2 faces est hautement significative ( $P=0,004$ ), alors qu'elle est non significative pour la variété Florice ( $P=0,0$ ) (Tab.9).

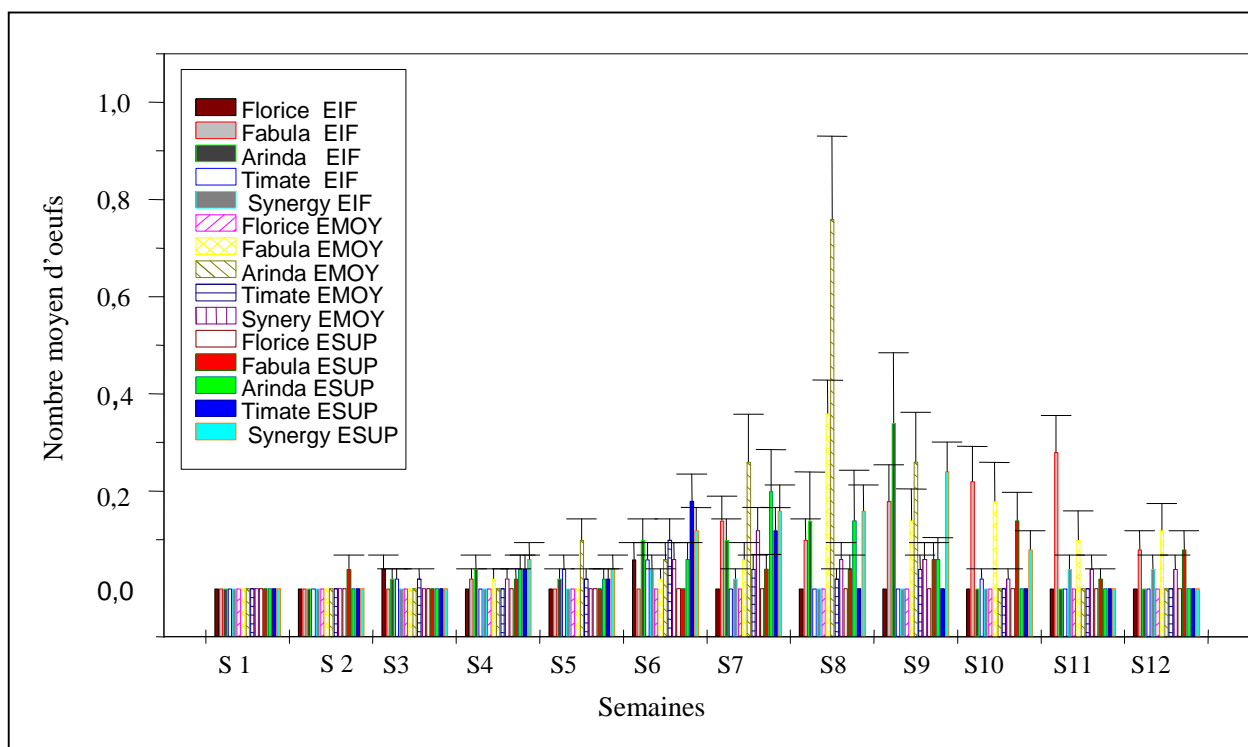
**Tableau 9.** Distribution des œufs (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate de la pomme de terre cultivée à Tizi-Ouzou.

Variétés	Faces foliaires		P. value
	F. Sup.	F.Inf.	
Arinda	0,001 $\pm$ 0,001 a	0,22 $\pm$ 0,09 b	0,03(*)
Fabula	0,01 $\pm$ 0,005a	0,19 $\pm$ 0,05 b	0,004(**)
Florice	0 a	0,008 $\pm$ 0,005 a	0,16 NS
Synergy	0,008 $\pm$ 0,005 a	0,09 $\pm$ 0,03 b	0,01 (*)
Timate	0,024 $\pm$ 0,016 a	0,046 $\pm$ 0,018 b	0,02 (*)

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.2.2.3. Distribution des œufs par les femelles de *P. operculella* selon les différents étages foliaires sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate

L'évolution du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les 5 variétés en fonction des étages foliaires de la plante hôte, est présentée dans la figure 38



**Figure 38.** Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en en fonction des étages foliaires (Supérieurs, moyens, et Inférieurs) sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées à Tizi-Ouzou.

Les œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre sont déposés de manière irrégulière sur les différents étages foliaires de la plante sur toutes les variétés étudiées.

L'analyse de la variance du nombre moyen d'œufs pondus sur les différents étages, indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les variétés Arinda, Fabula, Florice et Timate (Tab. 10). Les femelles de la teigne de la pomme de terre n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné. En ce qui concerne la variété Synergy il y'a une différence significative entre les trois étages foliaires ( $P= 0,02$ ), les femelles préfèrent pondre leurs œufs au niveau de l'étage inférieur.

**Tableau 10.** Distribution des œufs (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inferieur) sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate

Variétés	Etages foliaires			P. value
	E. Sup.	E. Moy.	E.Inf.	
<b>Arinda</b>	0,04 $\pm$ 0,02 a	0,13 $\pm$ 0,06 a	0,06 $\pm$ 0,03 a	0,41 NS
<b>Fabula</b>	0,03 $\pm$ 0,01 a	0,08 $\pm$ 0,03 a	0,08 $\pm$ 0,02 a	0,31 NS
<b>Florice</b>	0 a	0 a	0,008 $\pm$ 0,005 a	0,13 NS
<b>Synergy</b>	0,07 $\pm$ 0,02 a	0,035 $\pm$ 0,01 a	0,01 $\pm$ 0,005b	0,02 (*)
<b>Timate</b>	0,03 $\pm$ 0,01a	0,02 $\pm$ 0,008 a	0,01 $\pm$ 0,005 a	0,53 NS

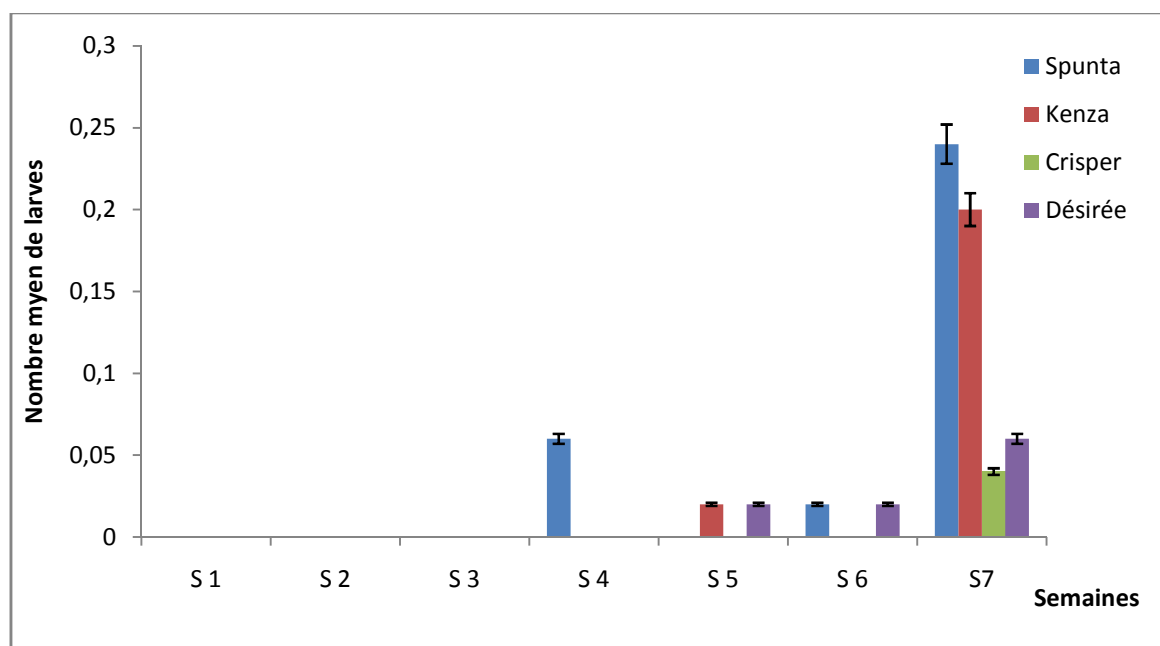
Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3. Densité larvaire de *P. operculella* sur le feuillage de la plante hôte

#### 3.3.1. Dans la région d'Isser (Boumerdes)

##### 3.3.1.1. Nombre moyen de larves de *P. operculella*

L'évolution du nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre pendant toute la période d'études sur les quatre variétés, Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région d'Isser (Boumerdes) est présentée dans la figure 39.



**Figure 39.** Evolution du nombre moyen de larves de *P. operculella* recensées sur les feuilles des quatre variétés de pomme de terre dans la région d'Isser (Boumerdes).

Le nombre de larves de la teigne de la pomme de terre est très faible durant toute la période d'étude. L'apparition des larves n'est enregistrée qu'à partir de la quatrième semaine d'observation sur la variété Spunta uniquement avec 3 larves ( $0,06 \pm 0,08$  larves/feuilles). Ce n'est que vers la fin du cycle végétatif de la pomme de terre qu'un nombre plus au moins important de larves est enregistré sur les quatre variétés en particulier la Spunta avec une moyenne de  $0,24 \pm 0,08$  larves/feuille.

L'analyse de la variance pour le nombre moyen de larves recensées sur les feuilles de la pomme de terre n'indique pas de différence significative ( $P=0,3$ ) entre les 4 variétés étudiées (Tab. 11).

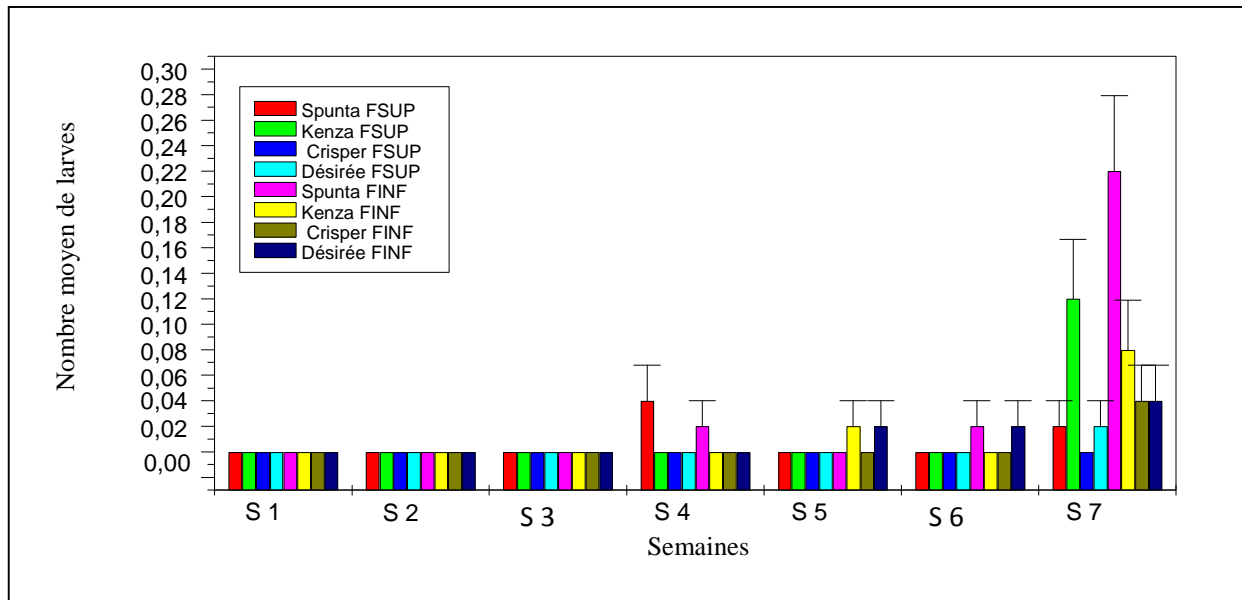
**Tableau 11.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) de larves de *P. operculella* sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper, Désirée de pomme de terre dans la région d'Isser (Boumerdes).

	Variétés				P. value
	Spunta	Kenza	Crisper	Désirée	
Nombre moyen de larves	$0,017 \pm 0,009$ a	$0,025 \pm 0,01$ a	$0,04 \pm 0,02$ a	$0,06 \pm 0,03$ a	0,3 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3.1.2. Distribution des larves selon les faces foliaires des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes

Distribution des larves de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de la pomme de terre des 4 variétés étudiées est représentée dans la figure suivante :



**Figure 40.** Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des faces foliaires (supérieures et inférieures) des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes.

Pendant les premières semaines de prélèvement, les larves de la teigne de la pomme de terre sont absentes sur toutes les variétés. A partir de la quatrième semaine l'apparition de larves est enregistrée sur les deux faces foliaires de variété Spunta seulement. Le nombre de larves est très faible et elles sont distribuées de manière irrégulière sur les faces des feuilles de la plante hôte (*S. tuberosum*).

L'analyse de la variance à un facteur (faces) (Tab. 12), n'indique aucune différence significative entre la distribution des larves de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles des plants de la pomme de terre.

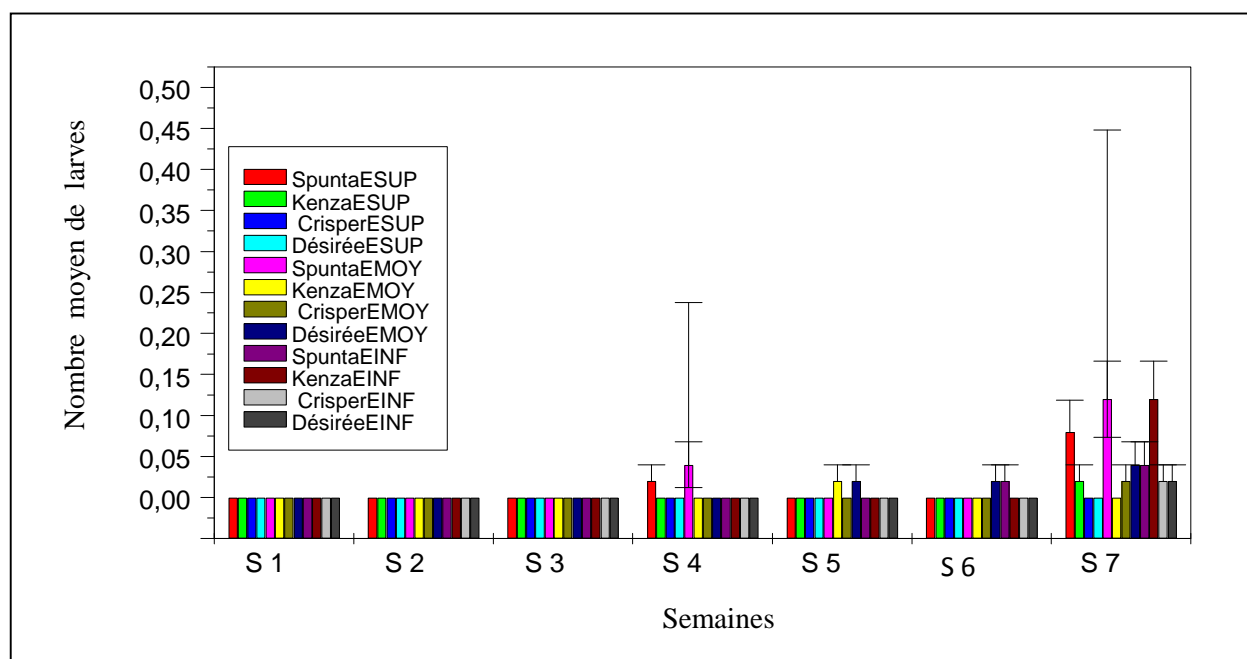
**Tableau 12.** Distribution des larves (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés de pomme de terre Spunta, Kenza, Crisper, Désirée, cultivée à Boumerdes.

Variétés	Faces foliaires		P. value
	F. Sup.	F. Inf.	
Spunta	0,008 $\pm$ 0,005 a	0,008 $\pm$ 0,004 a	1 NS
Kenza	0,017 $\pm$ 0,017 a	0,014 $\pm$ 0,011 a	0,89 NS
Crisper	0 a	0,005 $\pm$ 0,005 a	0,33 NS
Désirée	0,002 $\pm$ 0,002 a	0,011 $\pm$ 0,005 a	0,21 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3.1.3. Distribution des larves de *P. operculella* selon les étages foliaires des variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes

L'évolution du nombre moyen de larves de *P. operculella* observées sur les feuilles de pomme de terre des 4 variétés étudiées en fonction des étages foliaires est présentée dans la figure suivante.



**Figure 41.** Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des étages foliés (supérieur, moyen et inférieur) sur les variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes.

Le nombre de larves observées sur les différents étages des plants de pomme de terre sur les quatre variétés étudiées est très faible pendant toute la période d'étude. Les larves sont

distribuées sur les différents étages foliaires. Les valeurs maximales sont enregistrées durant la dernière semaine d'échantillonnage, sur l'étage moyen de la variété Spunta avec 0,15 larves/feuille.

L'analyse de la variance du nombre de larves enregistrées sur les différents étages foliaires (supérieur, moyen et inférieur) sur les différentes variétés étudiées ne montre pas de différence significative (Tab. 13).

**Tableau 13.** Distribution des larves (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) sur les quatre variétés de pomme de terre cultivées à Isser (Boumerdes).

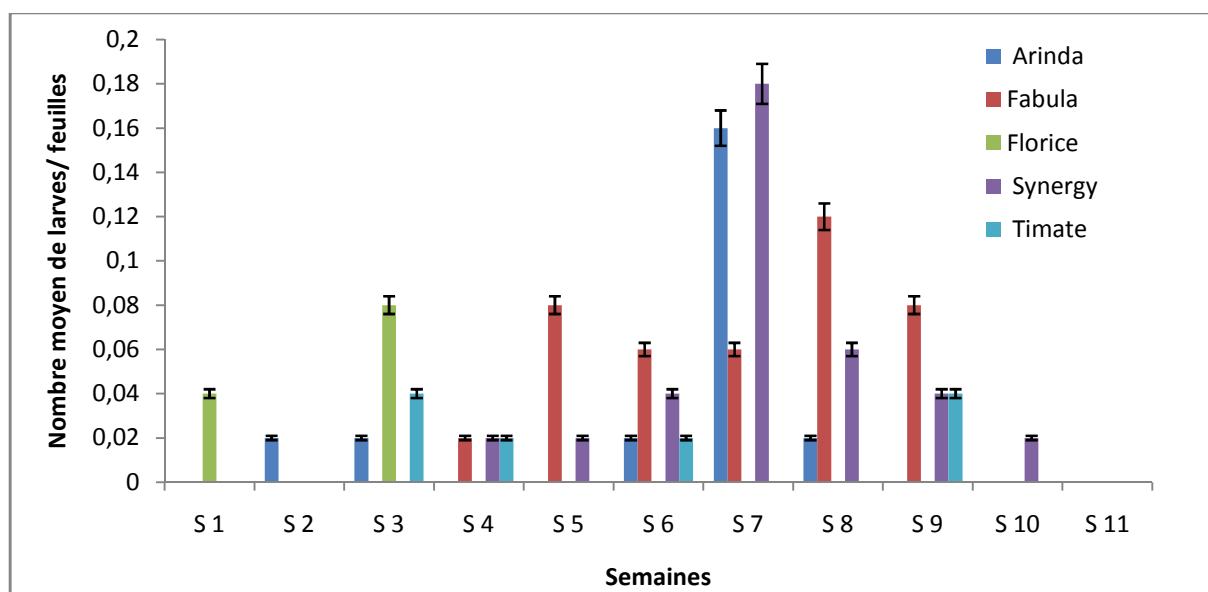
Variétés	Etages foliaires			P. value
	E. Sup.	E. Moy.	E. Inf.	
Spunta	0,014 $\pm$ 0,011 a	0,022 $\pm$ 0,017 a	0,008 $\pm$ 0,005 a	0,71 NS
Kenza	0,002 $\pm$ 0,002 a	0,002 $\pm$ 0,002 a	0,017 $\pm$ 0,017 a	0,5 NS
Crisper	0a	0,002 $\pm$ 0,002 a	0,002 $\pm$ 0,002 a	0,61 NS
Désirée	0 a	0,01 $\pm$ 0,005 a	0,007 $\pm$ 0,002 a	0,12 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3.2. Dans la région de Tizi-Ouzou

#### 3.3.2.1. Nombre moyen de larves de *P. operculella*

L'évolution du nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre pendant toute la période d'étude sur les cinq variétés de pomme de terre Arinda ; Fabula ; Florice ; Synergy et Timate cultivées dans la région de Tizi-Ouzou est représentée dans la figure ci-dessous.



**Figure 42.** Evolution du nombre moyen de larves de *P. operculella* recensées sur les feuilles des cinq variétés de pomme de terre dans la région de Tizi-Ouzou.

Le nombre de larves de la teigne de la pomme de terre est assez faible et fluctue durant toute la période d'étude. La présence des larves n'est enregistrée qu'à deux reprises la première et la troisième semaine du mois de mai 2017. Le nombre moyen maximal de larves est enregistré sur la variété Synergy durant la 7<sup>ème</sup> semaine d'échantillonnage avec 0,18 larves/feuilles.

L'analyse de la variance pour le nombre moyen de larves recensées sur les feuilles de la pomme de terre n'indique pas de différence significative ( $P=0,5$ ) entre les différentes variétés cultivées dans la région de Tizi-Ouzou (Tab. 14).

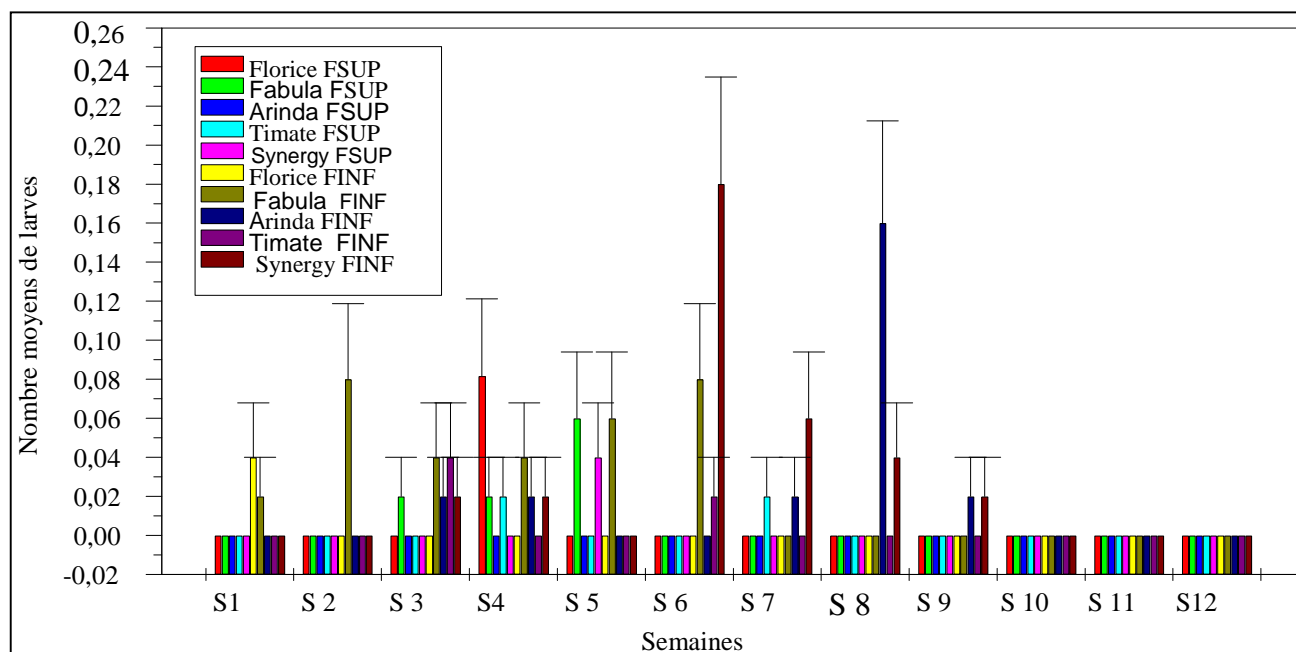
**Tableau 14.** Nombre moyen ( $\pm$ écart type) de larves de *P. operculella* sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées dans la région de Tizi-Ouzou.

	Variétés					P. value
	Arinda	Fabula	Florice	Synergy	Timate	
<b>Nombre moyen de larves</b>	0,02 $\pm$ 0,015 a	0,01 $\pm$ 0,008 a	0,01 $\pm$ 0,007 a	0,06 $\pm$ 0,04 a	0,03 $\pm$ 0,02 a	0,5 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3.2.2. Distribution des larves selon les faces foliaires sur les variétés cultivées de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate.

Distribution des larves de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de la pomme de terre des 5 variétés cultivées dans la région de Tizi-Ouzou est représentée dans la figure suivante.



**Figure 43.** Nombre moyen des larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des faces foliaires (supérieures et inférieure) sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate dans la région de Tizi-Ouzou.

Les larves de *P. operculella* sont distribuées sur les deux faces foliaires des plants de pomme de terre avec de faibles effectifs et d'une façon irrégulière durant toute la période d'étude et sur toutes les variétés cultivées. La valeur maximale enregistrée est de 0,18 larves/feuilles pendant la sixième semaine d'observation et notée sur la face inférieure des feuilles de la variété Synergy.

L'analyse de la variance de la distribution des larves en fonction des faces foliaires ne montrent pas de différence significative entre les faces supérieures et inférieures des cinq variétés de pomme de terre étudiées (Tab.15).

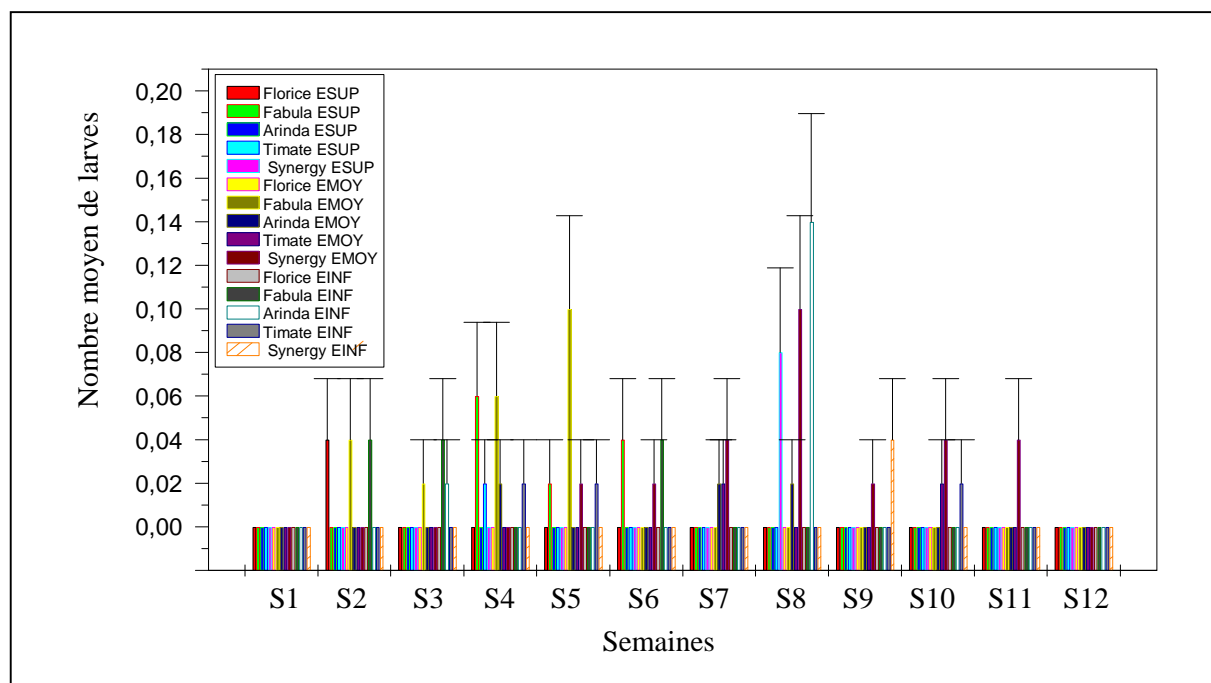
**Tableau 15.** Distribution des larves (nombre moyen  $\pm$  écart type) de *P. operculella* en fonction des faces foliaires (Supérieures et Inférieures) sur les variétés de pomme de terre Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées à Tizi-Ouzou.

Variétés	Faces foliaires		P. value
	F. Sup.	F. Inf.	
Arinda	0, a	0,02 $\pm$ 0,01 a	0,13NS
Fabula	0,008 $\pm$ 0,01 a	0,02 $\pm$ 0,009 a	0,09 NS
Florice	0,006 $\pm$ 0,006 a	0,003 $\pm$ 0,003 a	0,65 NS
Synergy	0,003 $\pm$ 0,003 a	0,02 $\pm$ 0,01 a	0,11 NS
Timate	0,003 $\pm$ 0,002	0,005 $\pm$ 0,003	0,69 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant une ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3.3.2.3. Distribution des larves *P. operculella* selon les étages foliaires sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate, cultivées dans la région de Tizi-Ouzou.

L'évolution du nombre moyen de larves de *P. operculella* observées sur les feuilles de pomme de terre des 5 variétés cultivées en fonction des étages foliaires est présentée dans la figure suivante.



**Figure 44.** Nombre moyen de larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des étages foliaires (Supérieur, moyen et inférieur) sur les variétés Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate dans la région de Tizi-Ouzou.

La distribution des larves de la teigne de la pomme de terre fluctue pendant toute la période d'étude sur les différents étages foliaires (supérieur, moyen et inférieur). Les larves ne montrent pas de préférence pour un étage foliaire donné sur toutes les variétés étudiées.

L'analyse de la variance pour le nombre moyen de larves recensées sur les feuilles de la pomme de terre en fonction des étages foliaires n'indique pas de différence significative ( $P=0,5$ ) entre les différents étages de la plante hôte dans la région de Tizi-Ouzou (Tab. 16).

**Tableau 16.** Distribution des larves de *P. operculella* (nombre moyen  $\pm$  écart type) en fonction des étages foliaires (Supérieur, Moyen, Inférieur) sur les cinq variétés de pomme de terre cultivées à Tizi-Ouzou.

Variétés	Etages foliaires			P. value
	E. Sup.	E. Moy.	E. Inf.	
Arinda	0,011 $\pm$ 0,011 a	0,001 $\pm$ 0,001 a	0,005 $\pm$ 0,002 a	0,59 NS
Fabula	0,01 $\pm$ 0,005 a	0,01 $\pm$ 0,009 a	0,01 $\pm$ 0,005 a	0,63 NS
Florice	0,003 $\pm$ 0,00 a	0 a	0 a	0,3 NS
Synergy	0,008 $\pm$ 0,008 a	0,024 $\pm$ 0,009 a	0,004 $\pm$ 0,004 a	0,16 NS
Timate	0,001 $\pm$ 0,001 a	0,003 $\pm$ 0,002 a	0,005 $\pm$ 0,002 a	0,5 NS

Les moyennes suivies par des lettres différentes dans la même ligne sont significativement différentes en utilisant ANOVA, à  $\alpha=0,05$ . NS : non significative, (\*\*\*)  $\alpha=0,001$ , (\*)  $\alpha=0,01$ .

### 3. Discussion

L'infestation de neuf variétés de pomme de terre par *P. operculella* est étudiée dans deux régions différentes ; à l'Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles dans la région de Boumerdès et au niveau de trois stations différentes (Oued-Aissi, Ait-El-Hassen et Tamda) dans la région de Tizi-Ouzou.

Les résultats obtenus pour le nombre d'adultes mâles de *P. operculella* capturés par les pièges à phéromone, permettent de déduire que sur les quatre variétés testées dans la région d'Isser, la Spunta est la plus attaquée, et donc la moins résistante à la teigne de la pomme de terre, alors que la Kenza, la Crisper et la Désirée se sont avérées être plus au moins résistantes ou moins appréciées par ce ravageur. Dans la région de Tizi-Ouzou, la variété Florice est la moins sensible à l'attaque de la teigne de la pomme de terre. Ces résultats confirment ceux obtenus lors d'une étude similaire réalisée par Lamara Mahamed (2015) réalisée dans les mêmes régions, où le nombre maximum des adultes de *P. operculella* capturés est de 23 individus chez la Spunta et 17 individus chez la Désirée.

L'étude de l'activité des adultes mâles de la teigne de la pomme de terre sur les neuf variétés de pomme de terre étudiées montre que l'effectif des populations est faible durant le mois d'avril et augmentent significativement au mois de mai.

Cette évolution est liée à l'augmentation des températures, qui passe en moyenne de 21°C au mois d'avril à 24°C. Ce qui montre que la température joue un rôle primordial dans la dynamique des populations de *P. operculella*. En effet, D'après Kroschel et al. (1994), la température est considérée comme le facteur le plus important pour le développement de ce microlépidoptère

La température, dans les limites biologiques, joue un rôle majeur dans la détermination de la variabilité et de la durée de tous les stades de développement de *P. operculella* (Al-Ali et al., 1975). Par ailleurs, Andreadis et al. (2017) rapportent que la température est un facteur clé dans le développement, la survie et la longévité des adultes de *P. operculella*. Une plage optimale de 17,5 à 27,5 °C et un optimum de 28 à 30°C (Sporleder et al., 2004). En effet, il existe une corrélation positive entre les températures et le nombre de mâles adultes capturés. Selon Hanafi (1999), en Afrique du Nord, la teigne est active toute l'année mais de la fin avril au début août l'infestation est très importante. Nos résultats corroborent ceux obtenus par de nombreux auteurs comme Ndiaye (1997), au Sénégal, qui a constaté que les populations de *P. operculella* augmentent de manière significative à partir d'avril et atteignent un maximum en mai et juin. Cette augmentation coïncide avec la transition des basses températures aux températures élevées. Lamara Mahamed-Allahoum et al. (2019), ont également démontré qu'une corrélation positive existe entre les températures et le nombre d'adultes mâles capturés dans les pièges à phéromone.

Selon Foot (1979) qui a étudié la dynamique de la teigne de la pomme de terre sur le terrain à Pukekohe, en Nouvelle-Zélande, l'activité du vol des adultes augmente avec l'augmentation des températures, montrant que la densité de *P. operculella* est plus élevée entre la mi-janvier et la mi-mai. De plus, des études menées par Giri et al. (2014) au Népal a donné des résultats similaires; ils ont montré que l'activité de *P. operculella* augmente en mai et atteint un maximum de captures de  $480 \pm 238$  adultes / mois. De même, Coll et al. (2000) ont noté, de 1995 à 1997, que la population mâle adulte de *P. operculella* a atteint sa densité maximale en mai et juin avec une moyenne de 70,5; 24,5 et 63,2 adultes / piège / nuit respectivement.

D'après les résultats obtenus, le nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre présente une différence très hautement significative entre les variétés, ces résultats ne sont pas en accord avec ceux obtenus par Fenemore (1980<sub>a</sub>) et ceux obtenus

dans une étude similaire réalisé par Lamara Mahamed (2015) dans la même station ; ces infestation ont montré que sur le feuillage, le cultivar n'avait pas d'influence sur le potentiel de ponte, alors que la texture des tubercules des différents cultivars et probablement leur odeur, influencerait la ponte des femelles de *P. operculella*.

Selon Medina et al. (2010), aucun cultivar de résistance pleinement reconnu n'a été trouvé à ce jour, peu de tentatives sont faites pour identifier des cultivars de plantes résistantes à ce microlépidoptère ravageur.

Des études en laboratoire menées par Gurr et Symington (1998) ont montré d'importantes différences enregistrées dans la dynamique de *P. operculella* de l'œuf à l'adulte entre plusieurs cultivars étudiés, soulignant que le cultivar Sequoia est moins sensible que les cultivars Kennebec et Tarago.

Malakar et Tingey (1999) suggèrent dans leur étude sur le comportement ovipositionnel, et la biologie de développement de *P. operculella* sur le feuillage d'une espèce de pomme de terre sauvage *Solanum berthaultii* Hawkes et de celle d'un cultivar de pomme de terre Atlantic (*S. tuberosum*), que le taux de ponte sur feuillage est très important sur l'Atlantic avec une valeur de 92%, alors qu'il est de 11% seulement sur *S. berthaultii*.

Pour leur part, Abdallah et al. (2012) indiquent que la variété Nicola est la moins susceptible à l'infestation par *P. operculella* suivie de Spunta et Simone, en revanche Atlas s'est avérée la plus favorable au développement du ravageur.

Golizadeh et Esmaili (2012) signalent que sur 10 variétés étudiées, la fécondité totale la plus élevée est observée sur les feuilles et les tubercules de pomme de terre d'Arinda (78,3 œufs) et de Ramus (154,8 œufs). Une quantité significativement plus petite d'œufs a été pondue sur les feuilles de Marfona (44,6 œufs) et les tubercules (72,9 œufs) par rapport aux autres cultivars testés. Le potentiel reproducteur des femelles sur les feuilles de pomme de terre était significativement inférieur à celui des tubercules de pomme de terre.

Golizadeh et al. (2014) ont également étudié la sensibilité de différents cultivars de pomme de terre à *P. operculella* en mesurant plusieurs paramètres dont le nombre d'œufs pondus, la mortalité des adultes, le taux de reproduction, entre les différents cultivars de pomme de terre étudiés sur feuilles et sur tubercules (Agria, Agata, Almera, Arinda, Baneba, Fiana, Marfona, Ramus, Satina et Volvox). La Marfona est le cultivar qui présente les plus faibles taux de reproduction, de nombre d'œufs pondus, et de mortalité des adultes sur feuilles et sur tubercules, ce qui indique qu'il est relativement moins sensible à ce ravageur et pourrait être utilisé dans les programmes de lutte intégrée contre *P. operculella*.

L'évaluation de l'activité de ponte sur les deux faces foliaires supérieure et inférieure, a permis de déduire que les femelles de *P. operculella* préfèrent pondre leurs œufs sur la face inférieure des feuilles sur les variétés Spunta, KENZA et Désirée, Fabula, Timate, Synergie et Arinda alors que sur la Crisper et la Florice, les femelles de *P. operculella* n'expriment pas de préférence pour une face donnée.

Ces résultats se concordent avec ceux de Raman (1980) et ceux obtenus dans une étude réalisée par Lamara Mahamed (2015), les femelles de la teigne de pomme de terre *P. operculella* préfèrent pondre leurs œufs sur la face inférieure des feuilles. Cette préférence peut être expliquée d'une part par le fait que les femelles cherchent un endroit propice pour protéger leurs œufs des facteurs externes. D'autre part par la recherche d'un substrat rugueux pour une meilleure adhérence des œufs. En effet, pour Balachowsky (1966) et Rousselle et al. (1996), les femelles de la teigne préfèrent pondre leur œufs sur des surfaces rugueuses comme les assaillies des feuilles, et les bases du limbe. Les œufs sont pondus dans le sol ou sur la face inférieure des feuilles de pomme de terre, des tiges des plantes hôtes et des tubercules (Raj, 1991). La sélection des plantes par *P. operculella* en vue de la ponte est déterminée à la fois par la nature physique de leurs surfaces et par des facteurs chimiques qui ne sont détectés que par contact (Fenemore, 1980<sub>b</sub>).

L'étude de la distribution des œufs par les femelles de *P. operculella* sur les trois étages foliaires de la plante (supérieur, moyen et inférieur) montre que les femelles n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné pour toutes les variétés étudiées. Ces résultats rejoignent ceux obtenus dans une étude similaire réalisée dans la même région (Lamara Mahamed, 2015). Gill et al. (2014) notent aussi que la femelle de *P. operculella* ne présente pas de préférence et peut utiliser comme site de ponte les différentes parties de la plante hôte telle que les tiges, la face inférieure des feuilles. En l'absence de feuillage, la teigne de pomme de terre peut même traverser les fissures du sol à la recherche d'un tubercule pour y pénétrer. Selon Rondon (2010), les œufs peuvent être largement distribués dans le sol, mais sont trouvés d'avantage à la base des plantes de pomme de terre.

En effet, Traynier (1975) rapporte que le nombre d'œufs à la base des plants de pomme de terre est supérieur à celui des étages supérieurs. Raj (1991) a également indiqué que la déposition des œufs est plus fréquente à la base des plants de pomme de terre qu'entre les rangées et que les pontes d'œufs sont plus fréquentes auprès de la base des plantes hôtes par rapport à la base des plantes non hôtes. Cependant, la fertilité maximale n'est atteinte qu'en présence de matériel végétal hôte approprié et les propriétés physiques d'un substrat sont extrêmement importantes pour déterminer le lieu de ponte. Les substrats préférés sont ceux

qui fournissent juste des dépressions suffisamment profondes pour contenir des œufs (Fenemore, 1988).

En ce qui concerne l'infestation des feuilles par les larves de *P. operculella*, le nombre de larves enregistrés sur toutes les variétés et dans les deux régions d'études est très faible, et cela peut être expliqué par la pulvérisation intensif des insecticides qui ont la particularité d'attaqué les stades larvaires, l'irrigation continue et régulière, ainsi que la recherche des tubercules par les larves.

L'analyse de la variance pour la distribution des larves en fonction des variétés montre qu'aucune différence significative n'est enregistrée dans les deux régions d'études. Nos résultats ne corroborent pas avec ceux obtenus par Abdallah et *al.* (2012) et Golizadeh et *al.* (2014) qui ont étudié les différents paramètres biologiques de la teigne de la pomme de terre, et qui affirme que le cultivar joue un rôle important dans la distribution de *P. operculella*.

Les résultats de la distribution des larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des faces et des étages foliaires, indiquent que les larves ne montrent pas de préférence pour une face ou un étage foliaire donné. Nos résultats ne s'accordent pas avec ceux obtenus par Reed (1971) qui affirment que les pénétrations larvaires se font par les faces inférieures des feuilles, avec une préférence pour les feuilles de l'étage inférieur au sein d'une touffe. Kresteska et Stajanosk (2011) rapportent que l'infestation commence sur les faces inférieures des feuilles et à la base des plantes. Toutefois, les larves peuvent être observées sur les faces supérieures des feuilles et sur les étages plus hauts de la plante hôte.

Cependant Kroshel et Schaub (2013) expliquent que les larves creusent des galeries dans les feuilles, en se nourrissant du mésophile, sans endommager l'épiderme supérieur et inférieur. Les larves peuvent emprunter d'autres points d'entrés comme l'aisselle des feuilles et les points de croissance des jeunes plantes.

## *Chapitre V*

---

# **Inventaire de l'entomofaune inféodée à la pomme de terre**

## 1. Introduction

Dans le but de se diriger vers une lutte intégrée et limiter l'utilisation de produits chimiques dans la lutte contre les divers ravageurs de la pomme de terre en particulier *P. operculella*, nous avons trouvé intéressant de réaliser un inventaire qualitatif et quantitatif de l'ensemble des espèces d'insectes présentes dans la culture de la pomme de terre dans le but d'identifier d'éventuels auxiliaires pouvant réguler les populations des ravageurs. Pour se faire, deux parcelles de pomme de terre sont semées des variétés Fabula et Désirée dans la région de Tamda (Tizi-Ouzou) pendant la saison de culture 2017-2018, les deux parcelles sont écologiques sur lesquelles aucun traitement phytosanitaire n'est appliqué.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel végétal

L'inventaire qualitatif et quantitatif des insectes inféodés à la culture de pomme de terre est réalisé sur deux variétés dont les caractéristiques sont déjà citées, la Désirée et la Fabula qui sont très cultivées en Algérie et en particulier à Tizi-Ouzou.

### 2.2. Inventaire des insectes

#### 2.2.1. Méthodologie adoptée sur le terrain

Sur le terrain, diverses méthodes d'échantillonnage peuvent être utilisées pour capturer les insectes. L'intérêt de chacune varie en fonction du type et de l'objectif de l'étude, des contraintes du milieu et de la bioécologie des espèces étudiées. D'après De Mire (2006), pour qu'un inventaire soit exploitable, il doit comporter des données quantitatives et qualitatives qui sont nécessaires pour le traitement des résultats obtenus.

Dans la présente étude, des échantillonnages sont effectués chaque semaine dans les deux parcelles de pomme de terre pendant toute la saison de culture. Diverses méthodes peuvent être utilisées pour la capture des insectes qui vivent sur la pomme de terre. Dans le cadre de notre étude quatre méthodes sont adoptées, celle des pièges colorés, les pots Barber, le filet fauchoir et le prélèvement de feuilles.

##### 2.2.1.1. Pièges colorés

Les pièges colorés sont utilisés pour l'échantillonnage des insectes ailés. Ils présentent une double attractivité à l'égard des insectes, due d'une part à leur teinte et d'autre part à la présence de l'eau (Both et Leberre, 1963 ; Benkhelil, 1992). Ce type de piège est fréquemment utilisé pour évaluer l'abondance relative des insectes auxiliaires tels que les Diptères (les Syrphes et les Tachinaires), les hyménoptères parasitoïdes, ainsi que les insectes ravageurs comme les pucerons (Franck, 2008). Les pièges colorés se composent d'un récipient en matière plastique de couleur jaune, dans lesquels est placée de l'eau additionnée

de produit mouillant. Les insectes volants sont attirés par la couleur et l'eau et se noient. Ces récipients sont placés près de la végétation, soit au sol ou fixés à des piquets.

Dans la présente étude, neuf pièges jaune en plastique d'environ 10 cm de diamètre et 20 cm de hauteur, suspendus à des piquets à hauteur de la culture (Fig.45). Les insectes capturés sont récupérés dans des boîtes, portant une étiquette sur laquelle sont mentionnées les indications de date et de lieu de prélèvement. Les petites espèces sont prélevées à l'aide d'un pinceau et conservées dans des tubes avec de l'alcool à 70°. Ils sont ultérieurement déterminés au laboratoire.



**Figure 45.** Piège coloré ou assiette jaune (Originale, 2018)

#### 2.2.1.2. Pots Barber

Les pots Barber, également connus sous le nom de pièges terrestres, sont des pièges d'interception qui constituent une technique de piégeage des arthropodes de moyenne et de grande taille qui se déplacent à la surface du sol, mais également pour certaines espèces volantes attirées par l'eau et /ou l'odeur du détergent diffusée par le piège (Benkhelil, 1992 ; Fanck, 2008). Les pièges sont constitués d'un récipient en métal ou en plastique (Tingle, 2002). Ils doivent être enterrés verticalement, de façon à ce que l'ouverture soit à ras le sol pour éviter l'effet barrière (Benkhelil, 1992). Dans le cadre de cette étude neuf pots en plastique cylindriques, d'environ 10 cm de diamètre et 10 cm de hauteur (Fig. 46), remplis à environ 2/3 d'un liquide mouillant (eau + détergent). Les relevés sont effectués tous les 7 jours. Les insectes prélevés de chaque piège sont mis dans des bocaux sur lesquels sont

mentionnés la date et le nom de la parcelle. Les échantillons de chaque pot Barber sont comptés et déterminés sous une loupe binoculaire au laboratoire.



**Figure 46.** Pots Barber (Originale, 2018).

### 2.2.1.3. Filet fauchoir

Le filet fauchoir permet de capturer toutes sortes d'insectes vivant dans la végétation ou la visitant. Il se compose d'un cercle en fil métallique cylindrique sur le quel est fixé une poche constitué par de la toile à mailles serrées, montée sur un manche rigide en bois ou en aluminium (Benkhelil, 1992). La profondeur du sac varie entre 40 et 50 cm. Cette méthode consiste à faire mouvoir le filet avec des mouvements assez forts horizontaux de va et vient en frappant la végétation afin de déloger les insectes qui s'y trouvent. Cette méthode permet de récupérer les insectes en assez bon état. Les insectes récoltés sont placés dans des boites en plastique étiquetées avec la date et la variété de pomme de terre échantillonnée.

### 2.2.1.4. Prélèvement des feuilles

La méthode de prélèvement des feuilles à partir des plants de pomme de terre permet de recenser les espèces vivant au dépend de la plante. Elle consiste à prélever sur 50 plants choisis au hasard et de façon aléatoire des feuilles pour les deux variétés de pomme de terre. L'échantillonnage est réalisé à intervalle de 7 jours, les feuilles sont places dans des sachets étiquetés de la date de prélèvement et de la variété.

## 2.2.2. Méthodologie adoptée au laboratoire

Après avoir recueilli les espèces d'insectes avec les différentes méthodes d'échantillonnages, un premier tri est effectué pour séparer les insectes des autres invertébrés tels que les gastéropodes, les arachnides et les crustacés. Puis les individus sont dénombrés et conservés

dans des tube à essai pour les petites espèces et dans des boîte de Pétri pour les espèces de moyenne à grande taille. Par la suite les espèces sont triées selon leur ordre, famille, genre et espèces quand cela est possible. Chaque spécimen est examiné sous loupe binoculaire. La reconnaissance se base sur l'étude systématique qui s'appuie sur les clefs d'identifications et des documents dressés par des auteurs comme Balachowsky (1949), Bernard (1982), Chenry (1988), Bousquet (1990), Braby (2004), Handfied et *al.* (2011), Chauvelier et Manil (2012), ainsi que l'aide précieuse de certains enseignants.

### **2.3. Exploitation des résultats**

Les résultats obtenus de la présente étude sont exploités par le test de la qualité d'échantillonnage et les indices écologiques de composition et de structure.

#### **2.3.1. Qualité de l'échantillonnage**

La qualité de l'échantillonnage est le rapport du nombre des espèces constatées une seule fois au nombre total de relevés. Le quotient  $a / N$  représente une pente entre les N<sup>ème</sup> et N - 1<sup>ème</sup> relevés. Il correspond à un manque à gagner. Il permet d'avoir une précision sur la qualité de l'échantillonnage. Si  $a/N$  est faible, il faudra augmenter le nombre de relevés. Plus le rapport  $a / N$  est petit, plus la qualité de l'échantillonnage est grande (Ramade, 2003). Il est exprimé par la formule suivante :

Qualité de l'échantillonnage =  $a / N$

a: est le nombre des espèces d'insectes vues une seule fois en un seul exemplaire durant toute la période des observations au cours de tous les relevés.

N : est le nombre total de relevés.

#### **2.3.2. Indices écologiques de compositions**

Les résultats obtenus grâce aux différentes méthodes d'échantillonnage des insectes dans nos parcelles d'études, sont analysés par les indices suivants : la richesse totale (S), la fréquence centésimale (F.C. %) ou abondance relative (A .R. %) et la fréquence d'occurrence (F.O. %).

##### **2.3.2. 1. Richesse totale (S)**

La richesse totale représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Muller, 1985). La richesse totale d'une biocénose correspond à la somme des espèces qui la composent (Ramade, 2003). Dans le cadre du présent travail, la richesse totale est le nombre total des espèces échantillonnées grâce aux différentes méthodes de capture au niveau de chaque variété de pomme de terre.

### 2.3.2.2. Fréquence centésimale (F.C. %) ou abondance relative (A.R. %)

La fréquence centésimale est le pourcentage du nombre d'individus de l'espèce prise en considération (ni) par rapport au nombre total des individus (N) de toutes les espèces confondues (Dajoz, 1971).

$$\text{F.C. \%} = (\text{ni}/\text{N}) \times 100$$

F.C. % : Fréquence centésimale ;  
ni : Nombre des individus de l'espèce rencontré ;  
N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

### 2.3.2.3. Fréquence d'occurrence (F.O. %)

D'après Dajoz (1982), la fréquence d'occurrence est exprimée en pourcentage par le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération (Pi) par rapport au nombre total des relevés (P) effectués pendant toute la période d'étude.

$$\text{F.O. \%} = (\text{Pi} \times 100)/\text{P}$$

F.O. % : Fréquence d'occurrence ;  
Pi : Nombre des relevés contenant l'espèce étudiée ;  
P : Nombre total des relevés effectués.

En fonction de la valeur de la fréquence d'occurrence (F.O. %) on peut distinguer les catégories suivantes (Dajoz, 1971 ; Muller, 1985) :

Les espèces sont dites :

- Omniprésentes si F.O. = 100 % ;
- Constantes si  $75 \% \leq \text{F.O.} < 100 \%$  ;
- Régulières si  $50 \% \leq \text{F.O.} < 75 \%$  ;
- Accessoires si  $25 \% \leq \text{F.O.} < 50 \%$  ;
- Accidentelles si  $5 \% \leq \text{F.O.} < 25 \%$  ;
- Rares si F.O. < 5 %.

### 2.3.3. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure utilisés pour l'exploitation des résultats de l'inventaire de l'entomofaune, sont l'indice de diversité de Shannon, la diversité maximale et l'indice d'équitabilité.

### 2.3.3.1. Indice de diversité de Shannon

La diversité de Shannon informe sur la structure du peuplement d'où provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979). D'après Ramade (1984), il s'avère nécessaire de combiner l'abondance relative des espèces et la richesse totale afin d'obtenir une expression mathématique de l'indice général de la diversité de Shannon-Weaver. Elle est donnée par la formule suivante :

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

Où  $q_i = n_i/N$

$H'$  : Indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits ;

$q_i$  : Fréquence relative de l'espèce (i) prise en considération ;

$n_i$  : Nombre total des individus de l'espèce (i) ;

$N$  : Nombre total de tous les individus de toutes les espèces.

### 2.3.3.2. Diversité maximale

Selon Muller (1985), la diversité maximale ( $H'$  max.) correspond à la valeur de la diversité la plus élevée possible du peuplement, calculée sur la base d'une égale densité pour toutes les espèces présentes. Cette diversité est exprimée par la formule suivante :

$$H' \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

$S$  : Nombre total des espèces d'insectes présentes.

### 2.3.3.3. Indice d'équitabilité

L'équitabilité est le rapport entre la diversité réelle de la communauté ( $H'$ ) et la diversité théorique maximale ( $H'$  max). Afin de pouvoir comparer la diversité de plusieurs peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes (Ramade, 2003). Elle est donnée par la formule suivante

$$E = H' / H' \text{ max}$$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la majorité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces, ce qui signifie que les espèces sont en déséquilibre entre elles. Elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces sont représentées avec des effectifs très proches, donc les espèces présentes sont en équilibre entre elles.

### 3. Résultats

#### 3.1. Composition taxonomique de l'entomofaune récoltée

La composition global des échantillons récoltés pendant la période d'étude chez les deux variétés de pomme de terre par les quatre méthodes d'échantillonnages (assiettes jaunes, pots Barber, filet fauchoir et prélèvement des feuilles) est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 17.** Liste de l'ensemble des espèces d'insectes capturées par les différentes méthodes d'échantillonnage sur le deux variétés.

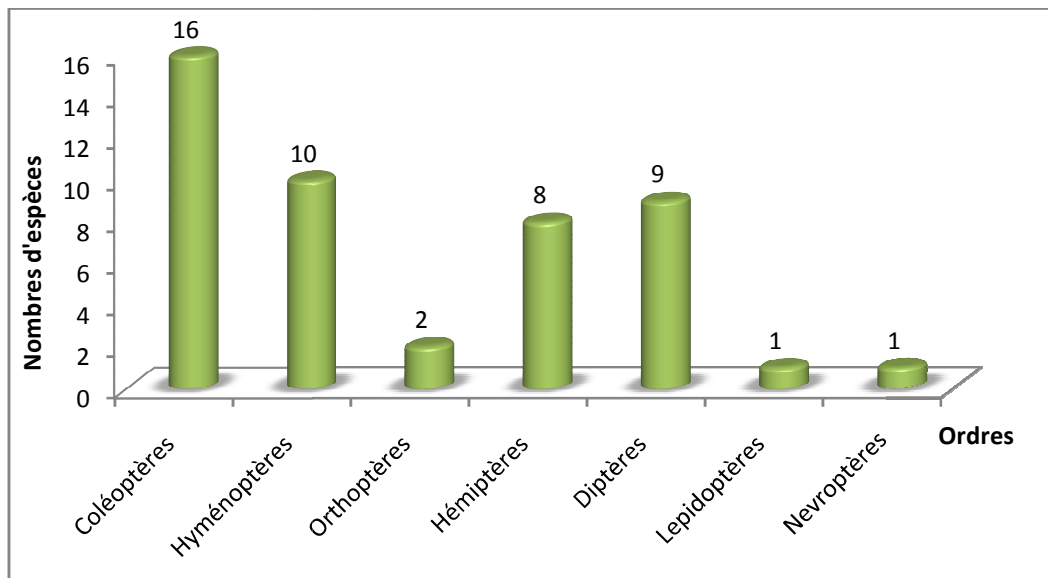
Ordres	Familles	Espèces	Nombre d'individus
Coleoptera	Carabidae	<i>Carabus auratus</i>	10
		<i>Harpalus affinis</i>	2
		<i>Harpalus caliginosus</i>	17
		<i>Carabus auronitens</i>	4
		<i>Broscus cephalotes</i>	1
	Silphidae	<i>Phosphuga atrata</i>	6
	Scarabidae	<i>Melolontha melolontha</i>	3
	Cleridae	<i>Trichodes alvearius</i>	25
	Cetoniidae	<i>Oxythyrea funesta</i>	8
		<i>Protaetia morio</i>	1
	Oedemeridae	<i>Anogcodes fulvicollis</i>	1
		<i>Anogcodes melanurus</i>	91
	Tenebrionidae	<i>Heliotaurus ruficollis</i>	7
	Mordellidae	<i>Mordella sp</i>	1
	Melyridae	<i>Psilothrix viridicoerulea</i>	20
	Brentidae	<i>Holotrichapion sp</i>	2
	Staphylinidae	<i>Ocypus olens</i>	1
	Curculionidae	<i>Larinus sp</i>	2
	Buprestidae	<i>Anthaxia salicis</i>	4
	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	14
<i>Hippodamia variegata</i>		1	
<i>Henosepilachna argus</i>		1	
Chrysomelidae	<i>Clytra sp</i>	2	

	Elateridae	<i>Agriotes sp</i>	8
Hymenoptera	Formicidae	<i>Cataglyphis viatica</i>	529
		<i>Messor capitatus</i>	99
		<i>Messor barbarus</i>	15
	Chrysididae	<i>Chrysis sp</i>	3
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	62
	Vespidae	<i>Vespula vulgaris</i>	16
		<i>Vespa sp</i>	2
	Carabronidae	<i>Tachysphex tarsinus</i>	4
	Andrenidae	<i>Andrena barbara</i>	8
Sphecidae	<i>Sphecidae sp</i>	1	
Orthoptera	Acrididae	<i>Locusta migratoria</i>	3
	Tettigonioidae	<i>Tettigonia viridissima</i>	2
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Phthorimaea operculella</i>	10
Hemiptera	Coridae	<i>Coreus marginatus</i>	4
		<i>Leptoglos susoccidentalis</i>	4
	Pentatomidae	<i>Graphosoma lineatum</i>	7
	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i>	5
	Aphididae	<i>Mysus persicae</i>	19
		<i>Macrosiphum euphoriae</i>	1
		<i>Aphis nasturtii</i>	9
		<i>Aulacorthum solani</i>	4
Diptera	Calliphoridae	<i>Calliphora vomitoria</i>	7
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga carnaria</i>	7
	Muscidae	<i>Musca autumnalis</i>	1
		<i>Musca domestica</i>	16
		<i>Graphomya maculata</i>	1
	Anthomyidae	<i>Delia latura</i>	9
	Syrphidae	<i>Eupeodes corollae</i>	15
		<i>Sphaerophoria scripta</i>	89
	Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	4
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	35

L'inventaire des espèces d'insectes dans la région de Tamda sur les deux variétés de pomme de terre (Fabula et Désirée) par les différentes méthodes d'échantillonnages pendant la saison de culture 2018, nous a permis de capturer 1223 individus répartis en 55 espèces, représentés par 37 familles, appartenant à 07 ordres (Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera et Neuroptera). L'ordre des Coléoptères est le mieux représenté avec 16 familles, cependant, par le nombre d'individus, le plus important est l'ordre des Hyménoptères.

### 3.2. Répartition des espèces en fonction des ordres

Le nombre des espèces d'insectes récoltés dans la culture de pomme de terre, par les différentes méthodes de capture dans la région de Tamda Tizi- Ouzou sont représentés dans la figure suivante :

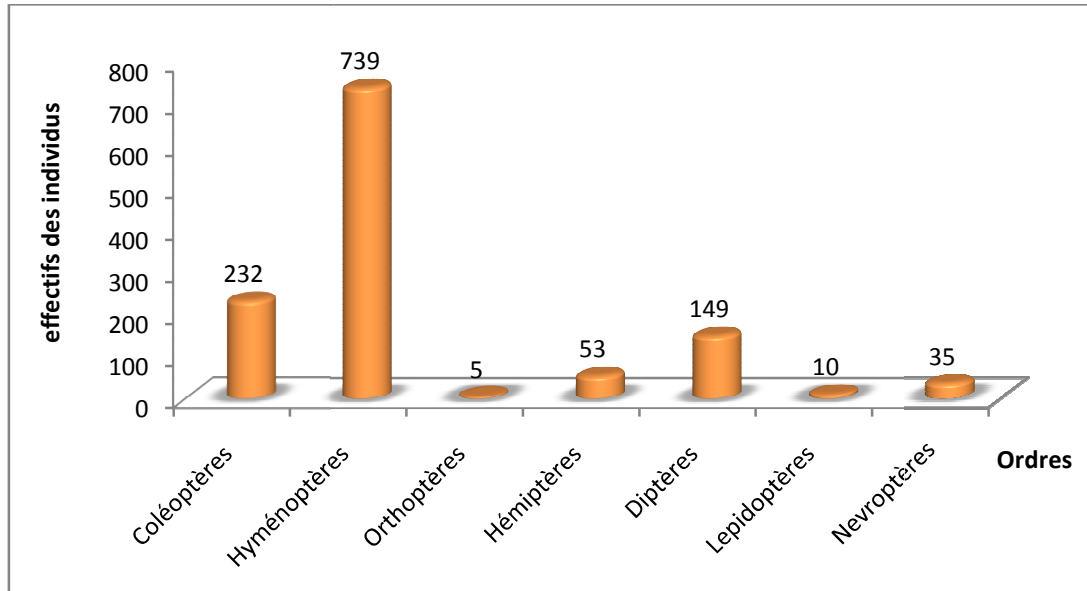


**Figure 47.** Nombre d'espèces d'insectes en fonction des ordres dans la culture de pomme de terre

En fonction du nombre d'espèces d'insectes recensé dans chaque ordre, l'ordre des Coléoptères est le plus représenté avec 16 espèces, il est suivi par les Hyménoptères avec 10 espèces dénombrées, arrivent les Diptères et les Hémiptères avec 9 et 8 espèces respectivement. Les orthoptères et les Lépidoptères sont très faiblement représentés.

### 3.3. Effectifs des espèces capturées

Le nombre d'individus capturés par les différentes méthodes de capture sur les deux variétés de pomme de terre ; la Fabula et la Désirée dans la région de Tamda, est représenté dans la figure ci-dessous :

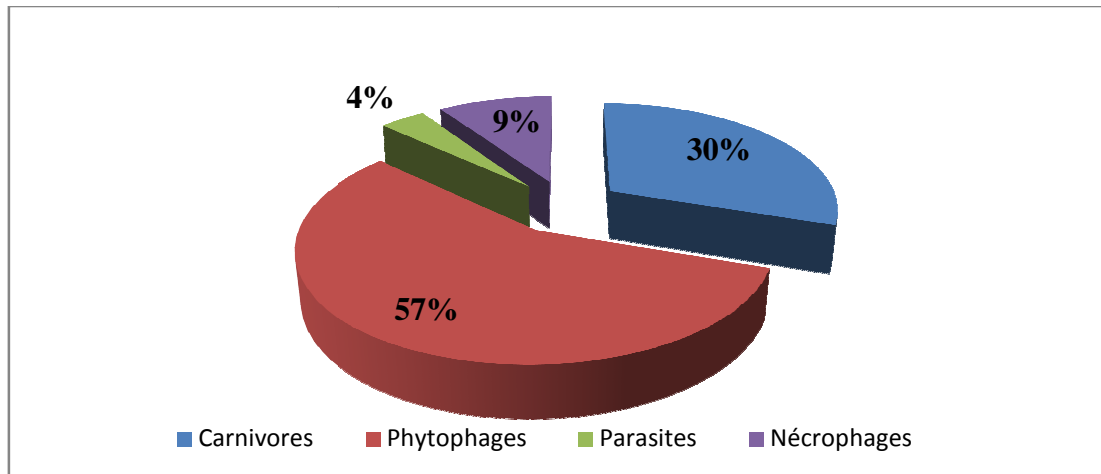


**Figure 48.** Nombre des individus en fonction des ordres dans la culture de pomme de terre des deux variétés.

Les Hyménoptères sont les plus dominants avec 739 individus et une abondance de 61%. Ils sont suivis par les Coléoptères et les Diptères avec 232 et 149 individus capturés et des taux de 19 et 12 % respectivement. Les autres ordres sont très faiblement représentés.

### 3.4. Répartition des espèces selon leur régime alimentaire

La répartition des espèces d'insectes capturées selon leur régime alimentaire et leur fonction dans l'écosystème est représentée dans les figures suivantes :

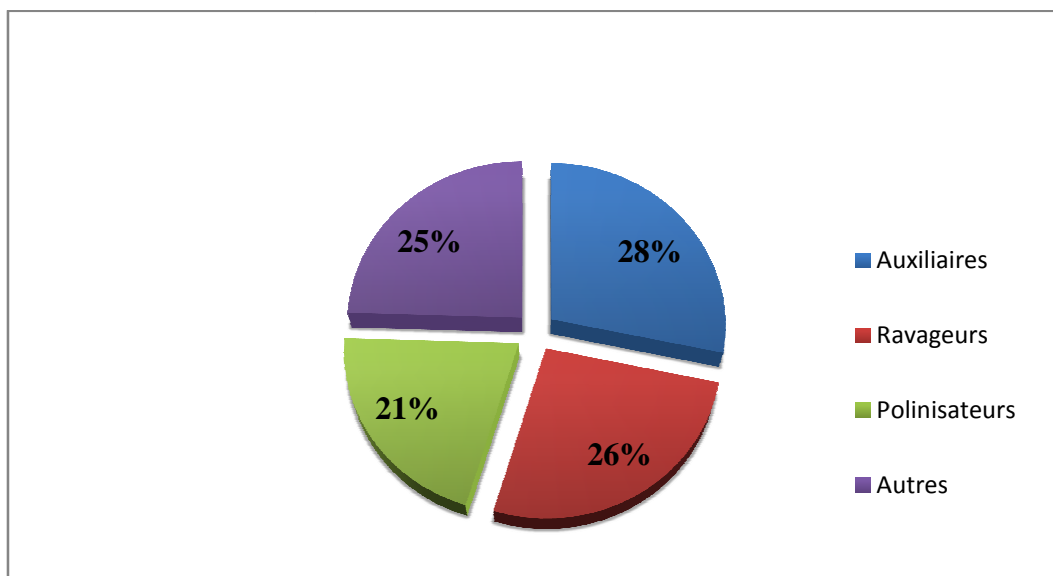


**Figure 49.** Répartition des espèces d'insectes capturées dans la culture de pomme de terre en fonction de leurs régimes alimentaires.

Les espèces phytophages sont les plus dominantes avec un taux de 57%, elles sont suivies par les carnivores avec 30%. Les nécrophages et parasites sont représentés avec 9% et 4% respectivement.

### 3.5. Répartition des insectes en différents groupes fonctionnels

La répartition des espèces d'insectes collectées dans la culture de pomme de terre en fonction de leurs fonctions et représentée dans la figure ci-dessous :



**Figure 50.** Répartition des espèces d'insectes recensées dans la culture de la pomme de terre selon leurs fonctions dans l'écosystème.

Les insectes auxiliaires sont les plus abondants avec un taux de 28%, suivis de près par les ravageurs avec un taux de 26%. Les polinisateurs sont également présents avec un taux assez

important de 21%. Les groupes d'espèces selon leur fonction sont répartis de manière équilibrée vue que les parcelles d'études sont écologiques.

Plusieurs espèces ravageurs de la pomme de terre sont recensés ; le taupin (*Agrites sp*), le hanneton commun (*Phyllopertha horticola*), la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*), et plusieurs espèces de pucerons ; le puceron du pêcher (*Mysus persicae*), le puceron vert ou rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*), le puceron du nerprun (*Aphis nasturtii*) et le puceron tacheté de la pomme de terre (*Aulacorthum solani*). Les pucerons sont des vecteurs de maladies virales ; tel que le virus de l'enroulement et le virus Y de la pomme de terre. Cependant, plusieurs espèces d'insectes auxiliaires sont recensées, dont 3 espèces de coccinelles ; *Coccinella septempunctata*, *Coccinella novemnotata*, *Henosepilachna argus*, 2 espèces de syrphes *Eupeodes corollae*, *Sphaerophoria scripta*, la chrysope verte *Chrysoperla carnea*.

### 3.6. Qualité de l'échantillonnage

Les valeurs de la qualité d'échantillonnage calculées pour les deux variétés de pomme de terre étudiées sont présentées dans le tableau 18.

**Tableau 18.** Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces capturées dans les deux variétés de pomme de terre.

	Variété Fabula	Variété Désirée
a	9	12
N	18	18
a/N	0,5	0,6

a: Nombres d'espèces vues une seule fois ;

N : Nombres de pièges installés dans chaque variété.

a/N : Qualité de l'échantillonnage.

Sur la variété Fabula le nombre d'espèce vue une seule fois avec un seul exemplaire est de 9 espèces alors que pour la Désirée il est de 12 espèces pendant toute la période d'étude.

La valeur de la qualité de l'échantillonnage est de 0,5 pour la variété Fabula et de 0,6 pour la variété Désirée. Les valeurs de a /N obtenues sont inférieures à 1 donc l'échantillonnage est relativement bon et suffisant.

### 3.7. Exploitation des résultats par les indices de composition

#### 3.7.1. Variation temporelle de la richesse totale (S) et moyenne (Sm) des espèces capturées chez les deux variétés

Les résultats de la variation temporelle de la richesse spécifique (S) et de la richesse moyenne (Sm) de la variété Fabula et de la variété Désirée sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 19.** Evolution temporelle de la richesse spécifique (S) et de la richesse moyenne (Sm) des espèces capturées hebdomadairement dans les deux variétés étudiées.

		Semaines										
Variétés	Paramètres	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Fabula	S	5	14	10	8	12	12	18	14	5	8	4
	Sm	10±4,4										
Désirée	S	4	10	9	11	11	12	17	12	9	10	11
	Sm	10,45±3,07										

S : Richesse totale ; Sm : Richesse moyenne.

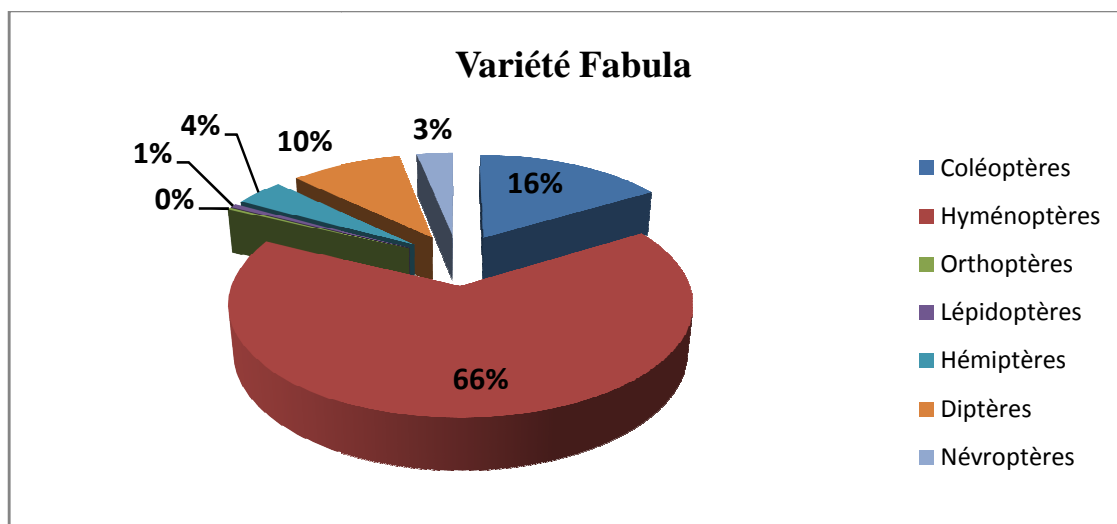
La richesse en espèces capturées dans les deux variétés varie d'une semaine à l'autre. Sur la variété Fabula, elle fluctue entre 4 espèces pendant la phase de flétrissement de la plante et 18 espèces pendant la période de floraison avec une richesse moyenne égale à 10±4,4 espèces. Sur la variété Désirée les valeurs de la richesse totale sont comprises entre 4 espèces pendant le stade de levée et 17 espèces durant le stade de floraison, avec une richesse moyenne de 10,45±3,07 espèces d'insectes. La richesse totale dépend étroitement du stade de développement de la culture de la pomme de terre.

#### 3.7.2. Abondance relative

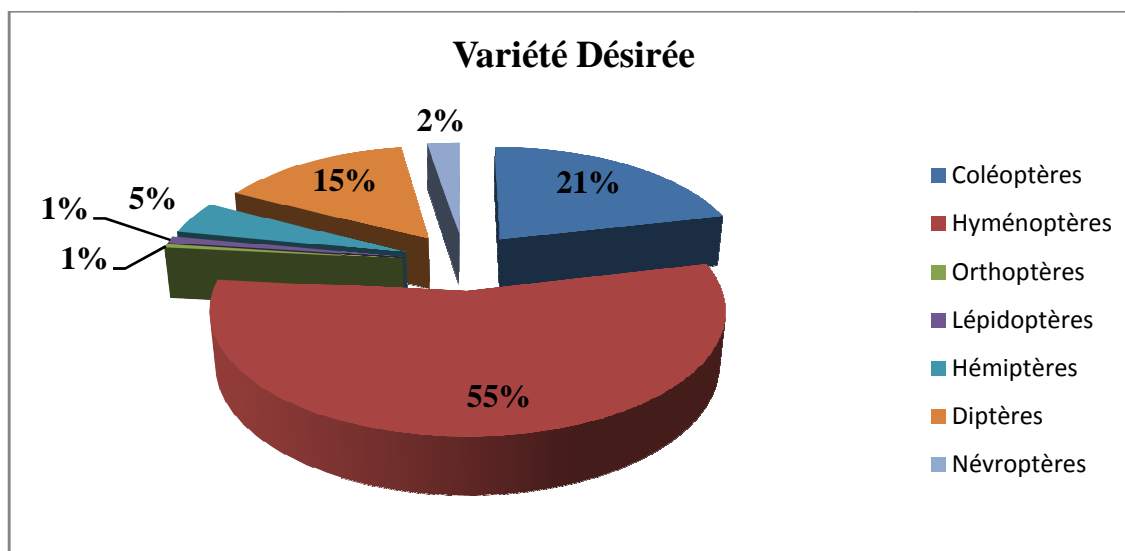
Les fréquences centésimales des insectes capturés dans les parcelles des deux variétés de pomme de terre la Fabula et la Désirée sont représentés par ordres, familles et par espèces.

##### 3.7.2.1. Abondance relative en fonction des ordres d'insectes

L'abondance relative des espèces d'insectes capturés par les différentes méthodes d'échantillonnages sur les deux variétés est représentée dans les figures suivantes :



**Figure 51.** Fréquence centésimale des ordres d'insectes capturés sur la variété Fabula.



**Figure 52.** Fréquence centésimale des ordres d'insectes capturés sur la variété Désirée.

Sur les deux variétés étudiées, l'ordre des Hyménoptères est le plus important avec un taux de 66% chez la Fabula et 55% chez la Désirée, il est suivi par les Coléoptères avec une valeur de 16% chez la Fabula et 21% chez la Désirée, viennent les Diptères avec une abondance relative de 10% chez la Fabula et 15% chez la Désirée. Les autres ordres ont une très faible abondance.

### 3.7.2.2. Abondance relative en fonction des familles d'insectes

L'abondance relative des espèces d'insectes échantillonnées pendant la période d'étude sur les deux variétés de pomme de terre en fonction des familles est représentée dans les figures suivantes :

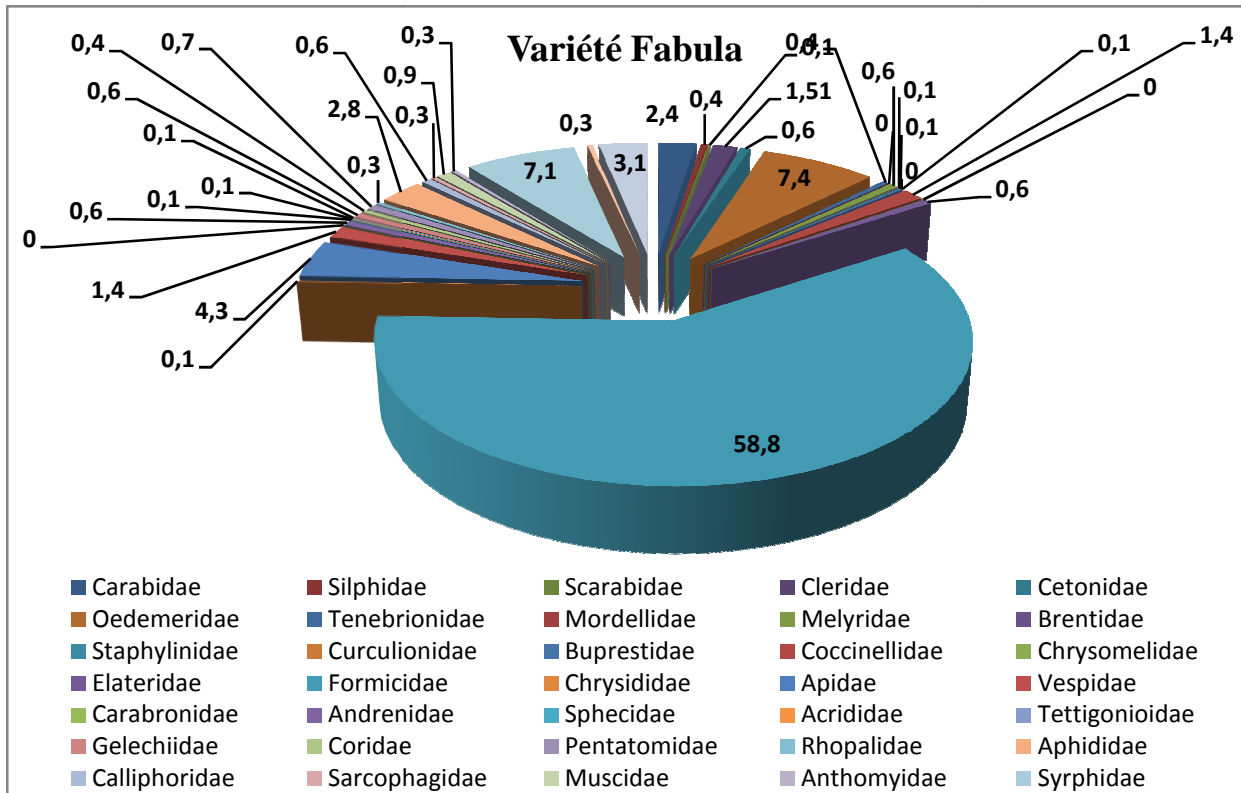


Figure 53. Fréquence centésimale des familles d'insectes capturés sur la variété Fabula.

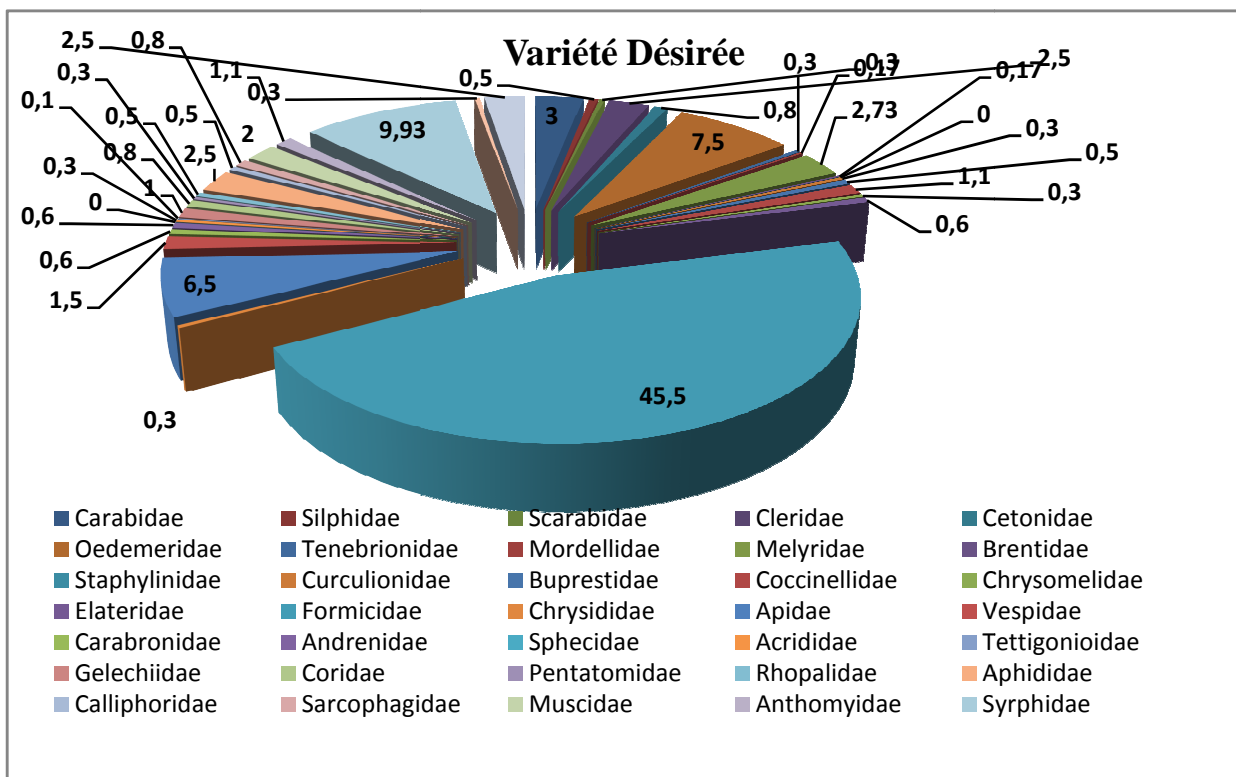


Figure 54. Fréquence centésimale des familles d'insectes capturés sur la variété Désirée.

La famille la plus abondante est les Formicidae avec des valeurs de 58,8% et 45,5% sur la Fabula et la Désirée respectivement. Cette famille est suivie par les Syrphidae avec une valeur de 9,93%, les Oedemeridae avec 7,5% et les Apidae avec 6,5% dans la parcelle de variété Désirée. Les Formicidae sont suivis par les Oedemeridae avec 7,5%, les Syrphidae avec 7,1% et les Apidae avec 4,3% dans la parcelle de variété Fabula.

### 3.7.2.3. Abondance relative en fonction des espèces d'insectes

Les abondances relatives des espèces d'insectes dans les deux variétés ; Fabula et Désirée, pendant la période d'étude sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau 20.** Abondance relative des espèces d'insectes capturés dans les variétés Fabula et Désirée.

Variétés	Fabula		Désirée	
	ni	F.C.%	ni	F.C.%
<i>Carabus auratus</i>	5	0,78	5	0,85
<i>Harpalus affinis</i>	2	0,31	0	0
<i>Harpalus caliginosus</i>	5	0,78	12	2,05
<i>Carabus aurenitens</i>	3	0,46	1	0,17
<i>Broscus cephalotes</i>	1	0,15	0	0
<i>Phosphuga atrata</i>	3	0,46	3	0,51
<i>Phylloperth horticola</i>	1	0,15	2	0,34
<i>Trichodes alvearius</i>	10	1,56	15	2,56
<i>Oxythyrea funesta</i>	3	0,46	5	0,85
<i>Protaetia morio</i>	1	0,15	0	0
<i>Anogcodes fulvicolis</i>	0	0	1	0,17
<i>Anogcodes melanurus</i>	48	7,48	43	7,36
<i>Heliautaurusru ficollis</i>	3	0,46	2	0,34
<i>Mordellasp</i>	0	0	1	0,17
<i>Psilothrixviridi coeruleus</i>	4	0,62	16	2,73
<i>Holotrichapion sp</i>	1	0,15	1	0,17
<i>Ocypusolens</i>	1	0,15	0	0
<i>Larinus sp</i>	0	0	2	0,34
<i>Anthaxia salicis</i>	1	0,15	3	0,51
<i>Coccinella septempunctata</i>	9	1,40	5	0,85

<i>Coccinella novemnotata</i>	0	0	1	0,17
<i>Henosepilachna argus</i>	0	0	1	0,17
<i>Clytra sp</i>	0	0	2	0,34
<i>Agriotes sp</i>	4	0,62	4	0,68
<i>Cataglyphis viatica</i>	318	49,60	211	36,13
<i>Messor capitatus</i>	53	8,26	46	7,87
<i>Messor barbarus</i>	6	0,93	9	1,54
<i>Chrysis sp</i>	1	0,15	2	0,34
<i>Apis mellifera</i>	28	4,36	38	6,50
<i>Vespula vulgaris</i>	9	1,40	7	1,19
<i>Vespa sp</i>	0	0	2	0,34
<i>Tachysphex tarsinus</i>	0	0	4	0,68
<i>Andrena barbara</i>	4	0,62	4	0,68
<i>Sphecidae sp</i>	1	0,15	0	0
<i>Locusta migratoria</i>	1	0,15	2	0,34
<i>Leptophyes punctatissima</i>	1	0,15	1	0,17
<i>Phthorimaea operculella</i>	4	0,62	6	1,02
<i>Coreus marginatus</i>	1	0,15	3	0,51
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	2	0,31	2	0,34
<i>Graphosoma lineatum</i>	5	0,78	2	0,34
<i>Corizus sp</i>	2	0,31	3	0,51
<i>Mysus persicae</i>	10	1,56	9	1,54
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	1	0,15	0	0
<i>Aphis nasturii</i>	5	0,78	4	0,68
<i>Aulacorthum solani</i>	2	0,31	2	0,34
<i>Calliphora vomitora</i>	4	0,62	3	0,51
<i>Sarcophaga carnaria</i>	2	0,31	5	0,85
<i>Musca autumnalis</i>	0	0	1	0,17
<i>Musca domestica</i>	6	0,93	10	1,71
<i>Graphomya maculata</i>	0	0	1	0,17
<i>Deliap latura</i>	2	0,31	7	1,19
<i>Eupeodes corollae</i>	7	1,09	8	1,36

<i>Spharephoria scripta</i>	39	6,08	50	8,56
<i>Culex pipiens</i>	2	0,31	2	0,34
<i>Chrysoperla carnea</i>	20	3,12	15	2,56

L'échantillonnage de l'entomofaune inféodée aux deux variétés de pomme de terre a permis de recenser 641 individus répartis sur 45 espèces dont la plus dominante est *Cataglyphis viatica* avec 318 individus (49,6%) sur la Fabula. Chez la variété Désirée, nous avons recensé et 582 individus représentés par 49 espèces où *Cataglyphis viatica* est également la plus abondante avec 211 individus, soit un taux de 36,1%.

### 3. 7.3. Fréquence d'occurrence des espèces capturées dans les deux variétés

Les valeurs des fréquences d'occurrences et de la constance correspondantes des espèces capturées dans les deux variétés, Fabula et Désirée, sont présentées dans le tableau 21.

**Tableau 21.** Fréquence d'occurrence des espèces piégées et catégories de constance dans les deux variétés étudiées.

Espèces	Fabula			Désirée		
	Pi	F.O.%	Classe de constance	pi	F.O.%	Classe de constance
<i>Carabus auratus</i>	3	27,27	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Harpalus affinis</i>	1	9,09	Accidentelle	-	-	---
<i>Harpalus caliginosus</i>	3	27,27	Accessoire	4	36,36	Accessoire
<i>Carabus aeneiventris</i>	2	18,18	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Broscus cephalotes</i>	1	9,09	Accidentelle	-	-	---
<i>Phosphuga atrata</i>	3	27,27	Accessoire	2	18,18	Accidentelle
<i>Phylloperth horticola</i>	1	9,09	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Trichodes alvearius</i>	3	27,27	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Oxythyrea funesta</i>	2	18,18	Accidentelle	3	27,27	Accessoire
<i>Protaetia morio</i>	1	9,09	Accessoire	-	-	---
<i>Anogcodes fulvicolis</i>	-	-	---	1	9,09	---
<i>Anogcodes melanurus</i>	6	54,55	Régulière	8	72,73	Régulière
<i>Heliautaurusru ficollis</i>	2	18,18	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Mordella sp</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Psilothrixviridi coeruleus</i>	2	18,18	Accidentelle	3	27,27	Accessoire

<i>Holotrichapion sp</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Ocypusolens</i>	1	9,09	Accidentelle	-	-	---
<i>Larinuss p</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Anthaxiasalicyis</i>	3	27,27	Accessoire	2	18,18	Accidentelle
<i>Coccinella septempunctata</i>	4	36,36	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Coccinella novemnotata</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Henosepilachna argus</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Clytras p</i>	-	-	---	2	18,18	Accidentelle
<i>Agriotes sp</i>	2	18,18	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Cataglyphis viatica</i>	11	100	Omniprésente	11	100	Omniprésente
<i>Messor capitatus</i>	8	72,73	Régulière	8	72,73	Régulière
<i>Messor barbarus</i>	2	18,18	Accidentelle	3	27,27	Accessoire
<i>Chrysis sp</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Apis mellifera</i>	7	63,64	Régulière	7	63,64	Régulière
<i>Vespula vulgaris</i>	3	27,27	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Vespa sp</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Tachysphex tarsinus</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Andrena barbara</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Sphecidae sp</i>	1	9,09	Accidentelle	-	-	---
<i>Locusta migratoria</i>	1	9,09	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Leptophyes punctatissima</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Phthorimea operculella</i>	5	45,45	Accessoire	5	45,45	Accessoire
<i>Coreus marginatus</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Leptoglossus occidentalis</i>	1	9,09	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Graphosoma lineatum</i>	2	18,18	Accidentelle	1	9,09	Accidentelle
<i>Corizus sp</i>	2	18,18	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Mysus persicae</i>	3	27,27	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	1	9,09	Accidentelle	-	-	---
<i>Aphis nasturii</i>	2	18,18	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Aulacorthum solani</i>	2	18,18	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Calliphora vomitoria</i>	2	18,18	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Sarcophaga carnaria</i>	1	9,09	Accidentelle	3	27,27	Accessoire

<i>Musca autumnalis</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Musca domestica</i>	3	27,27	Accessoire	5	45,45	Accessoire
<i>Graphomya maculata</i>	-	-	---	1	9,09	Accidentelle
<i>Delia latura</i>	1	9,09	Accidentelle	2	18,18	Accidentelle
<i>Eupeode scorollae</i>	3	27,27	Accessoire	3	27,27	Accessoire
<i>Spharephoria scripta</i>	6	54,55	Régulière	6	54,55	Régulière
<i>Culex pipiens</i>	2	18,18	Accessoire	1	9,09	Accessoire
<i>Chrysoperla carnea</i>	4	36,36	Accessoire	3	27,27	Accessoire

Durant la période d'étude 4 catégories d'espèces sont distinguées dans les deux parcelles. Les espèces accidentelles sont les plus représentées avec 21 espèces pour la variété Fabula et 22 espèces pour la Désirée. La catégorie accessoire est représentée par 14 espèces sur les deux variétés. La classe régulière est représentée par 3 espèces : *Anogcodes melanurus*, *Apis mellifera*, *Spharephoria scripta*. Une seule espèce est considérée comme omniprésente *Cataglyphis viatica* sur les deux variétés.

### 3.8. Exploitation des résultats par les indices de structures

Les valeurs de l'indice de diversité Shannon, l'indice de diversité maximal et d'équitabilité appliqués aux espèces d'insectes capturées par l'utilisation des différentes méthodes d'échantillonnages dans les deux parcelles d'étude sont représentées dans le tableau 22.

**Tableau 22.** Valeurs des indices de la diversité de Shannon (H'), la diversité maximale (H'max) et l'équitabilité appliqués aux espèces capturées par les différentes méthodes d'échantillonnage dans les deux variétés.

	Variété Fabula	Variété Désirée
<b>H' (bits)</b>	3,18	3,85
<b>H'max</b>	5,49	5,61
<b>E</b>	0,57	0,68

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont de 3,18 bits pour la variété Fabula et 3,85 bits pour la variété Désirée. Ces valeurs sont élevées ce qui traduit une grande diversité de l'entomofaune sur les deux variétés. Quant à l'équitabilité, elle est de 0,57 pour la variété

Fabula et 0,68 pour la variété Désirée, elle tend vers 1, ce qui signifie que les différentes espèces du peuplement sont en équilibre entre elles.

#### 4. Discussion

L'inventaire de l'entomofaune inféodée à la culture des deux variétés de pomme de terre, Fabula et Désirée, dans la région de Tamda (Tizi-Ouzou) est réalisé en utilisant quatre méthodes d'échantillonnages à savoir ; les assiettes jaunes, les pots Barber, le filet fauchoir et le prélèvement des feuilles. L'étude a permis de recenser 1223 individus répartis sur 55 espèces, représentés par 37 familles apparentant à 07 ordres systématiques (Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera et Neuroptera). L'ordre des Coleoptera est le mieux représenté avec 16 espèces, cependant, le nombre d'individus le plus important est enregistré pour l'ordre des Hymenoptera.

En effet, les Hyménoptères sont les plus abondants dans la culture de pomme de terre avec un taux de 61%, suivi par les Coléoptères et les Diptères avec des abondances relatives de 19% et 12%, respectivement. Les Hémiptères sont représentés par 53 individus (4%). Les autres ordres sont peut abondants.

Nos résultats corroborent ceux obtenus par Belatra (2009) qui a réalisé un inventaire de l'arthropodofaune dans la culture de la pomme de terre dans la région de Djelfa, en utilisant les assiettes jaunes comme méthode de piégeages. Les Hyménoptères sont les plus abondants avec une abondance relative de 34,2%, suivi par les Coléoptères avec 21,4% et les Diptères avec 17%.

Les Hyménoptères sont aussi les plus recensés par Kherbouche (2015) au niveau de la culture de pomme de terre dans la région d'Oued-Souf avec un taux 42,5%, suivi par les Diptères avec 24,2%.

Cependant, d'après Lamara Mahamed (2015), lors d'un inventaire des insectes inféodés à deux variétés de pomme de terre (Spunta et Désirée) dans la région d'Isser (Boumerdes), les Coléoptères sont les plus dominants avec un taux de 45,58%, suivies des Hyménoptères avec 14,70%.

Les résultats obtenus montrent que les espèces phytophages sont les plus dominantes avec un taux de 57%, elles sont suivies par les carnivores avec 30%. Les nécrophages et parasites sont représentés avec 9% et 4%, respectivement. D'après Beaument et Cassier (1983) 40 à 50% des espèces d'insectes sont des phytophages.

Francis (2003), dans un inventaire de l'entomofaune dans les cultures maraichères, affirme que les insectes phytophages sont de loin les plus dominants par rapport aux autres catégories

d'insectes avec un taux de 36%. Guettala-Frah (2009) a recensé 205 espèces dont le régime alimentaire est phytophage soit un taux de 69,72% dans une parcelle de pommiers dans la région de Batna.

Lamara Mahamed-Allahoum et Medjdoub-Bensaad (2015), affirment que les phytophages sont la catégorie dominante avec 38 espèces soit 59% dans une culture de pomme de terre à Isser (Boumerdes).

Kellil (2010), qui a étudié le complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est Algérien constate également que les phytophages dominent avec 235 espèces soit un taux de 48,85%.

Les insectes auxiliaires sont les plus abondants avec un taux de 28%, suivis de près par les ravageurs avec un taux de 26%. Les pollinisateurs sont également présents avec un taux, assez important de 21%. Les groupes d'espèces selon leur fonction sont répartis de manière équilibrée, vu que les deux parcelles d'études sont écologiques c'est-à-dire, n'ont subi aucun traitement chimique.

Plusieurs espèces de ravageurs de la pomme de terre sont recensées ; le taupin (*Agrites sp*), le hanneton commun (*P. horticola*), la teigne de la pomme de terre (*P. operculella*), et plusieurs espèces de pucerons ; le puceron du pêcher (*M. persicae*), le puceron vert ou rose de la pomme de terre (*M. euphorbiae*), le puceron du nerprun (*A. nasturtii*) et le puceron tacheté de la pomme de terre (*A. solani*).

L'étude a également révélé plusieurs espèces d'insectes auxiliaires parmi elles, 3 espèces de coccinelles ; *Coccinella septempunctata*, *Coccinella novemnotata* et *Henosepilachna argus*, 2 espèces de syrphes *Eupeodes corollae*, *Spharephoria scripta*, la chrysope verte *Chrysoperla carnea*. Ces dernières peuvent être éventuellement utilisées pour le contrôle de la teigne de la pomme de terre dans le cadre d'une lutte intégrée.

Diakalia et al. (2018) qui ont réalisé un inventaire de l'entomofaune dans une culture de tomate au Burkina Faso, ont collecté 1447 insectes, classés dans 42 familles différentes et constate une évolution presque similaire des auxiliaires et des ravageurs.

Selon Kfir (2003), plusieurs ennemis naturels attaquent la teigne de la pomme de terre dans toutes les régions de sa production. Les parasitoïdes larvaires des familles d'Hyménoptères Braconidae et Ichneumonidae sont particulièrement répandus. Un exemple bien étudié est la situation en Afrique du Sud, dans laquelle cinq espèces de guêpes parasitoïdes sont utilisées, dans le contrôle des populations de *P. operculella*. En outre, plusieurs espèces de Coccinelles,

de larves de Chrysopes, d'hétéroptères prédateurs, de carabides et de staphylinidés s'attaquent aux œufs et aux larves de ce ravageur.

En Israël, Coll et *al.* (2000) ont découvert que cinq braconidés et ichneumonidés indigènes attaquent les larves de la teigne de la pomme de terre. Cependant, leur niveau global de ravageurs est inférieur à 10% dans les champs commerciaux. Les prédateurs les plus importants de ce système sont *Coccinella septempunctata*, *Chrysopela carnea*, *Orius spp.* Aussi, quatre espèces de fourmis identifiées, entraînant une mortalité d'environ 80% des populations de la teigne de la pomme de terre sur le terrain. À notre connaissance, il s'agit de la seule évaluation quantitative de la prédation sur le terrain pour la teigne de la pomme de terre, bien que de nombreuses autres études ont mis en exergue des espèces de parasitoïdes et de prédateurs.

Kroschel et Koch (1994) ont découvert au Yémen, que les prédateurs indigènes, ont aidé à réguler les populations de *P. operculella*. Malheureusement, de mauvaises pratiques culturales (en particulier la plantation de tubercules infestés) ont souvent entraîné des niveaux élevés de dégâts.

En Australie, les introductions des braconides *Orgilus lepidus* Muesbeck et *A. subandinus*, ainsi que du parasitoïde des œufs *C. koehlerii*, restent un facteur majeur de contrôle de la teigne de la pomme de terre dans les champs de pommes de terre sans insecticides. Les ennemis naturels forment la base d'un programme de lutte intégrée contre tous les ravageurs de la pomme de terre tels que la teigne de la pomme de terre et les pucerons (Horne, 1990).

Herman (2008) rappelle qu'en Nouvelle-Zélande, *A. subandinus* est le parasitoïde le plus important, atteignant des niveaux élevés de parasitisme de la teigne de la pomme de terre, en particulier sur les populations foliaires où les traitements insecticides étaient réduits ou absents.

## ***Chapitre VI***

---

**Essais de lutte avec les huiles essentielles sur  
*P. operculella* Zeller**

## 1. Introduction

Une stratégie de lutte intégrée contre la teigne de la pomme de terre a été élaborée et promue par diverses institutions. Les composants principaux de cette lutte intégrée sont les biopesticides qui peuvent être appliqués à la surface des tubercules dans les structures de stockage (Zeddami et *al.*, 2008). Parmi ces produits naturels, les pesticides botaniques qui ont reçu beaucoup d'attention en raison de leurs propriétés écotoxicologiques favorables, par exemple, faible toxicité, dégradation rapide et impact environnemental réduit. Ces propriétés en font des insecticides adaptés à l'agriculture biologique. Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides d'origine botanique les plus efficaces. Les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et *al.*, 1991; Regnault-Roger 1997). En effet, selon Nishimura (2001), leur caractère lipophile facilite leur interférence avec les fonctions métaboliques, biochimiques, physiologiques et comportementales de base des insectes. Ils ont le potentiel ovicides, régulateurs de croissance contre diverses espèces d'insectes ravageurs (Regnault-Roger, 1997 et Shaaya et *al.*, 1997). De plus, la plupart de ces substances sont volatiles et peuvent agir comme fumigants, offrant ainsi la possibilité d'une utilisation contre les insectes des produits stockés (Stamopoulos et *al.*, 2007). Les composés extraits de plantes ou les dérivés de ces composés peuvent affecter la physiologie des insectes de diverses manières (Shekari et *al.*, 2008).

Dans cette optique, cette présente étude vise à évaluer l'effet biocide par inhalation des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques ; l'eucalyptus globuleux (Myrtaceae), le pin maritime (Pinaceae), le lentisque (Anacardiaceae) et le genévrier de Phénicie (Cupressaceae) sur les différents stades de développement de la teigne de la pomme de terre.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel biologique

#### 2.1.1. Insectes et tubercules de pomme de terre

Les individus de la teigne de la pomme de terre proviennent d'un élevage de masse réalisé dans les conditions ambiantes du laboratoire de production, protection et sauvegarde des espèces menacées et des récoltes. Département de Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, et les tubercules de pomme de terre appartenant à la variété Spunta provenant du marché local (Tizi-Ouzou).

### 2.1.2. Huiles essentielles

Les quatre huiles essentielles utilisées dans cette étude à savoir: l'eucalyptus globuleux *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), le pin maritime *Pinus pinaster* (Pinaceae), le lentisque *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae) et le genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) sont produites en Algérie par SARL Mil'ArômesSenS et Âme Maïssa, huiles essentielles et autres produits naturels (Tizi-Ouzou).

#### 2.1.2.1. Huile essentielle d'eucalyptus

*E.globulus*, appelé aussi Gommier bleu de Tasmanie, a été découvert en Australie. Cet arbre est cultivé dans le bassin méditerranéen et en Chine où il est utilisé pour fabriquer de la pâte à papier. L'eucalyptus est un arbre qui pousse très rapidement. Il mesure 30 à 60 mètres de haut mais peut parfois atteindre 100 mètres. Son tronc est lisse et sa couleur varie du blanc au gris. Son écorce se détache facilement, en longues bandes. L'huile essentielle d'*E. globulus* contient : 0,05 à 10 % d' $\alpha$ -pinène ; 0,05 à 1,5 % de  $\beta$ -pinène ; au maximum 0,3 % de sabinène ; 0,05 à 1,5 % d' $\alpha$ -phellandrène ; 0,05 à 15 % de limonène ; au minimum 70 % de 1,8-cinéole ; au maximum 0,1 % de camphre (Lobstein et *al.*, 2018). D'après Djenane et *al.* (2011), l'huile essentielle d'*E.globulus* originaire de la région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un pourcentage élevé en 1,8-cinéole (81,70 %) et  $\gamma$ -terpinène (8,50%).

#### 2.1.2.2. Huile essentielle du pin maritime

Le pin maritime *P. pinaster*, est un conifère de la famille des Pinacées, c'est un arbre de grande envergure qui peut atteindre 20 à 25 m de haut et à une longévité qui varie de 120 à 200 ans. Son aire de répartition d'origine est le pourtour occidental de la méditerranée (Mayer, 2008). Selon Ottavioli (2009), l'huile essentielle *P.pinaster* est caractérisée par 3 types de composés dominés respectivement par des monoterpènes ( $\alpha$ -pinène), des sesquiterpènes (germacrène D) ou par des diterpènes (abiétadiène).

#### 2.1.2.3. Huile essentielle du lentisque

Le lentisque *P. lentiscus*, également appelé arbre à mastic en référence à la résine qui coule des troncs et des branches de la plante, il appartient au genre *Pistacia*, à la famille des Anacardiaceae (Seigue, 1985). Il se caractérise des autres pistachiers par son feuillage persistant, vert pâle et plus grand en général (Quezel et Santa, 1963). C'est un arbuste poussant dans la région méditerranéenne pour lequel sont attribuées des vertus médicinales. En Algérie, il se développe sur tout type de sol, subhumide et semi-aride (Arab el *al.*, 2014). L'huile essentielle de *P. lentiscus* est obtenue par hydrodistillation des différentes parties aériennes de

la plante ainsi que de sa résine (Ahamdi et *al.*, 2009). La composition chimique de l'huile essentielle de cette plante révèle la présence de plusieurs composés majoritaires comme le myrcène, limonène, terpinen-4-ol,  $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -pinène,  $\alpha$ -phellandrène, sabinène, p-cymène et  $\gamma$ -terpinène (Castola et *al.*, 2000).

#### 2.1.2.4. Huiles essentielles du genévrier

Le genévrier de Phénicie ou genévrier rouge *J. phoenicea* L. (Cupressacées). C'est une espèce répandue en Afrique du Nord dont les peuplements sont constitués par des arbustes de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre 8 à 10 mètres, notamment sur les Hauts Plateaux (Quezel et Gast, 1998). L'huile essentielle *J. phoenicea* est composée par majorité de l' $\alpha$ -pinène (59,11%) ; le linalool (3,3%) ; le germacrène D (1,55%) et le germacrène B (3,22%) (Bouzouita et *al.*, 2008).

## 2.2. Méthodologie

### 2.2.1. Elevage en masse de *P. operculella*

Des tubercules de pomme de terre *S. tuberosum* L. de la variété Spunta infestés par *P. operculella*, sont collectés du marcher local (Tizi-Ouzou). Les tubercules sont ensuite placés dans des cages cubiques en bois (L x I x H= 30 x 35 x 30 cm) pourvus d'une ouverture coulissante et trois côtés ouverts qui sont recouverts de tissu en tulle à mailles très fines (Fig.55), dans laquelle du sable est fourni comme milieu de nymphose pour permettre une récolte facile des chrysalides. L'élevage est maintenu dans des conditions de stockage approprié. Les adultes qui émergent ont reçu dans un abreuvoir une solution sucrée à 10%. L'élevage permet de réaliser les différents essais biologiques.



**Figure 55.** Elevage en masse de *P. operculella* (Originale, 2019).

### 2.2.2. Test par inhalation des huiles essentielles sur les différents stades de *P. operculella*

Dans le but d'étudier l'effet par inhalation des huiles essentielles sur les différents stades de développement de *P. operculella* (les chrysalides, les larves néonates, les œufs et les adultes), nous avons adoptés la méthode décrite par Hannour et *al.* (2017).

La fumigation des stades ciblés de la teigne de la pomme de terre à été réalisée dans des bocaux cylindriques en plastique transparents et hermétiques dont la capacité est de 1 litre (longueur de 11cm et diamètre de 9 cm) (Fig. 56). Les individus sont exposés à différentes doses de 4, 6, 8 et 10 $\mu$ l des huiles essentielles, correspondant à des concentrations calculées de 4, 6, 8 et 10 $\mu$ l / litre de volume d'air. Chaque dose est déposée par micropipette sur un papier filtre de (2,5 x 2,5cm), suspendu par un fil au couvercle du bocal. Pour les témoins, le même dispositif expérimental est reproduit, mise à part que le disque de papier filtre est non traité avec les huiles essentielles. Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose ainsi que pour les témoins.



**Figure 56.** Dispositif expérimental du test par inhalation par les huiles essentielles sur les différents stades de développement de *P. operculella* (Originale, 2019).

#### 2.2.2.1. Essai de traitement sur chrysalides

Cinq chrysalides mâles et 5 chrysalides femelles sont exposées séparément à des doses de 0, 4, 6, 8, 10  $\mu$ l/l d'air d'huiles essentielles. L'expérimentation est réalisée dans le dispositif expérimental déjà cité. Chaque traitement est répété quatre fois. Le nombre d'adultes émergés ainsi que le nombre d'adultes émergés morts est enregistré quotidiennement par sexe jusqu'aux derniers.

Le pourcentage d'émergence des chrysalides est calculé en divisant le nombre de chrysalides émergées par le nombre total utilisé ainsi que le pourcentage de mortalité des adultes.

### 2.2.2.2. Essai de traitement sur larves néonates

Pour évaluer l'effet potentiel des différentes huiles essentielles sur les larves néonates de *P. operculella*, 5 paires d'adultes nouvellement émergés de la teigne de pomme de terre sont placés dans les bocaux, le couvercle est recouvert avec du tulle sur lequel nous plaçons du papier filtre qui sert de milieu de ponte. Après éclosion des œufs, 20 larves néonates sont prélevées et introduites dans le même dispositif expérimental précédent qui contient un tubercule de pomme de terre de  $\pm 100\text{g}$  et traitées avec 0, 4, 6, 8, 10  $\mu\text{l/l}$  d'air d'huiles essentielles. Chaque traitement est répété quatre fois. Le nombre de larves mortes à l'extérieur des tubercules de pomme de terre est compté au microscope binoculaire après 24h et le pourcentage de mortalité est calculé en divisant les larves mortes sur celles utilisées.

### 2.2.2.3. Essai de traitement sur les œufs

Afin d'estimer le potentiel de toxicité des huiles essentielles sur les œufs de *P. operculella*, 5 couples d'adultes nouvellement émergés de la teigne de pomme de terre sont placés dans chaque récipient recouvert avec un tissu en tulle sur lequel nous plaçons du papier filtre qui sert de milieu de ponte. Après 48 heures; les adultes sont retirés. Le papier filtre contenant des œufs est traité avec 0, 4, 6, 8, 10  $\mu\text{l}$  d'huiles essentielles/ litre d'air. Dans chaque test 30 œufs sont utilisés et quatre répétitions ont été effectuées. 4 à 6 jours après la ponte, les œufs éclos et non éclos sont comptés au microscope binoculaire. Le pourcentage d'éclosion est calculé en divisant le nombre d'œufs éclos par le nombre d'œufs utilisés.

## 3. Analyse des données

### 3.1. Analyse de la composition chimique des huiles essentielles

L'identification des constituants est réalisée par couplage d'un chromatographe en phase gazeuse de marque Bruker ScionS Q à un spectromètre de masse à un seul quadripôle (SQ : single quadripôle). La température de la source d'ions est fixée à 280°C. La fragmentation est effectuée en impact électronique sous un champ de 70 eV, scanning 35-600 Da. Une colonne capillaire de type DB-5 est utilisée avec les caractéristiques suivantes : longueur : 25m, diamètre interne : 0.220 mm, épaisseur de film : 0.25  $\mu\text{m}$ .

La température de la colonne est programmée à 50°C pendant 10 min, après 50 à 250°C à raison d'une montée de 2°C/min puis elle est maintenue à 250°C pendant 15 min.

La température de l'injecteur est fixée à 250°C. Le mode d'injection est Split (rapport de division de 1 : 100). Le débit du gaz vecteur (Hélium) est fixé à 1ml/min. le volume de l'échantillon injecté est égal à 0.2  $\mu\text{l}$ .

### 3.2. Test ANOVA

Les résultats obtenus pour l'effet biocide des huiles essentielles sont soumis au test de l'analyse de la variance (ANOVA) à quatre critères de classification, cette analyse est complétée par le test de Newman et Keuls à 5% lorsque il existe une différence significative afin de comparer les moyennes et déterminer les groupes homogènes. Ce test est réalisé en utilisant le logiciel Stat-Box version 6.4. Quatre groupes de différences sont distingués :

$P > 0,05$  : différence non significative ;

$0,01 < P \leq 0,05$  : différence significative ;

$0,001 < P \leq 0,01$  : différence hautement significative ;

$P \leq 0,001$  : différence très hautement significative.

## 4. Résultats

### 4.1. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles des quatre plantes aromatiques testées; l'eucalyptus *E. globulus*, Pin maritime *P. pinaster*, lentisque *P. lentiscus* et le genévrier *J. phoenicea*, sont présentés dans les tableaux suivants:

**Tableau 23.** Composition chimique de l'huile essentielle de la plante aromatique d'*E. globulus* :

Composés	Taux (%)	Composés	Taux (%)
$\alpha$ -Pinene	4,49	Aromandendrene	3,9
$\beta$ -Thujene	0,26	$\beta$ -Elemene	1,6
$\beta$ -Pinene	0,19	Globulol	0,57
Terpinolene	1,16	Spathulenol	10,7
p-Cymene	12,3	Isoaromadendrene epoxide	4,5
Eucalyptol	24,5	Epiglobulol	0,8
Sabinene hydrate	0,71	Cubenol	0,16
Crypton	8,07	Spathulenol	1,77
$\alpha$ -Terpineol	1,46	Biisopropenyl	0,15
Propanal, 2-methyl-3-phenyl-	4,5	4,6,6-Trimethyl-2-(3-methylb	2
Phenol, 4-(1-methylethyl)-	1,04	phytene <sup>2</sup>	0,26
1-Cyclohexene-1-carboxaldehy	8,89	Carbanilic acid	0,05
Thymol	0,3	10s,11s-Himachala-3(12),4-di	0,4
Carvacrol	2,5	Caryophyllene	1,88

**Tableau 24.** Composition chimique de l'huile essentielle de *P. pinaster* :

Composés	Taux (%)	Composés	Taux (%)
$\alpha$ -Thujene	0,86	Methyl isoeugenol	5,04
3-Carene	8,12	Caryophyllene oxide	7,67
Sabinene	3,44	12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3	1,74
$\beta$ -Pinene	13,29	cis-sesquisabinene hydrate	0,07
$\alpha$ -Pinene	0,04	Hexacosane	0,03
No Match	0,00	$\alpha$ -Terpinene	8,6
D-Limonene	4,01	Benzene, 1-benzyloxy-5-dieth	0,03
Linalol	1,68	$\alpha$ -Copaene	1,25
Terpene	5,30	Caryophyllene	16,51
Benzyl alcohol	1,50	Cedrene	0,21
Bornyl acetate	4,51	Humulene	8,90
Butanoic acid, 3-methyl-, 2-	3,06	Phenethyl caproate	3,96

**Tableau 25.** Composition chimique de l'huile essentielle de *J. phoenica* :

Composition	Taux (%)	Composition	Taux (%)
Norbornene	0,08	Bornyl acetate	5,56
$\alpha$ -Pinene	43,66	3-Cyclohexene-1-methanol, .a	3,92
$\beta$ -Pinene	3,15	Isoledene	0,13
3-Carene	17,09	$\beta$ -copaene	1,23
tert-Butylbenzene	0,73	Caryophyllene oxide	0,11
Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-m	9,76	$\delta$ -Elemene	6,27
$\alpha$ -Terpinolene	1,57	Cubenol	2,70
Camphor	1,70	Spathulenol	0,36
$\alpha$ -Terpineol	0,52	Caryophyllene oxide	0,12
Isopulegol acetate	0,99	1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-et	0,15

**Tableau 26.** Composition chimique de l'huile essentielle de *P. lentiscus* :

Composés	Taux (%)	Composés	Taux (%)
Norbornene	0,02	Isopentyl hexanoate	0,40
Tricyclene	1,86	cis-Pinane	0,34
$\alpha$ -Pinene	22,19	$\beta$ -Elemene	0,74
$\beta$ -Pinene	15,38	Caryophyllene	9,55
3-Carene	0,08	$\beta$ - copaene	5,39
$\alpha$ -Terpinen	6,08	D-Guaiene	0,85
Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-m	14,05	Caryophyllenyl alcohol	0,08
$\beta$ - Ocimene	1,32	tau.-Muurolol	2,72
$\alpha$ -Terpinolene	4,66	Benzyl Benzoate	0,18
Butanoic acid, 2-methyl-, 3-	0,70	$\alpha$ -terpinene	1,65
endo-Borneol	0,19	Sulfurous acid, hexyl pentad	0,01
Terpinen-4-ol	8,22	1,6,6-Trimethyl-7-(3-oxobut-	0,01
Bornyl acetate	3,33		

L'huile essentielle d'*E. globulus* est principalement composée d'eucalyptol avec 24,5%, suivi par p-Cymene avec 12,3%. Le globulol est présent avec une faible proportion de 0,56%. Le chromatogramme de l'huile essentielle *E. globulus* a permis l'identification de 29 composants, représentant 100% d'huile. Ils sont apparus entre 7,494 et 81,786 min (Fig. 1, Annexe).

L'huile essentielle du Pin maritime est constituée de 32 composants dont le temps de rétention est compris entre 3,089 min et 96,203 min (Fig.2, Annexe), certains composants sont non identifiés. L'analyse a également démontré que cette dernière est riche en Caryophyllène avec 16,51% et en  $\beta$ -Pinène avec 13,29%.

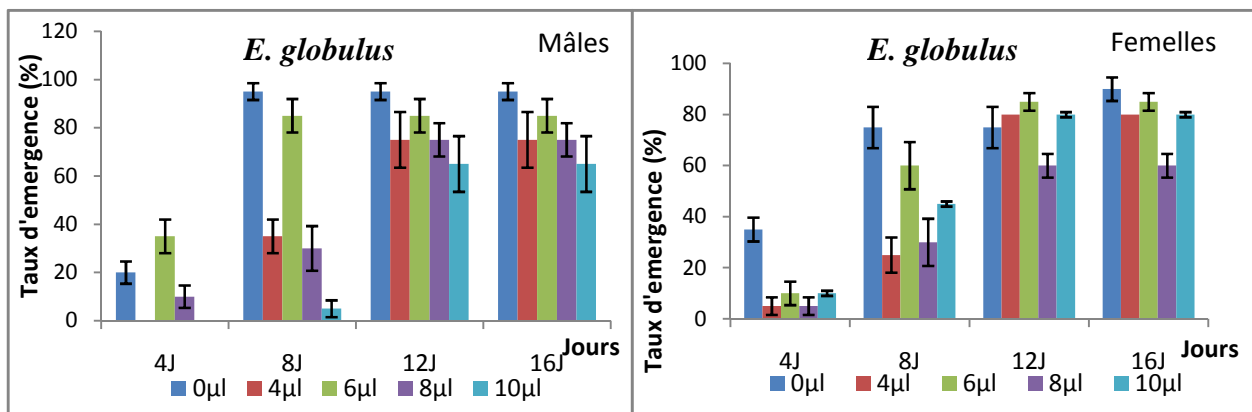
Parmi les huiles essentielles testées, l'huile essentielle du *J. phoenicea*, est celle qui compte le moins de composés avec 22 éléments identifiés entre 5,983 min et 90,069 min (Fig.3, Annexe.). Le  $\alpha$ -Pinène constitue le composant majoritaire de cette huile avec 43,66%.

L'analyse de la composition de l'huile essentielle de *P. lentiscus* a permis d'identifier 25 composants entre 6,006 min et 88,825 min (Fig. 4, Annexe). Comme l'huile essentielle du *J. phoenicea*, le  $\alpha$ -Pinène est le composant principal de cette huile mais avec un taux de 22,19%, le  $\beta$ -Pinène est également présent avec une proportion assez importante de 15,38%.

#### 4.2. Etude de l'émergence des chrysalides

- **Le taux d'émergence des chrysalides traitées par *E. globulus***

Les taux d'émergence des chrysalides traitées avec les doses 0 ; 4 ; 6 ; 8 et 10  $\mu$ l de l'huile essentielle d'eucalyptus globuleux sur les mâles et les femelles de la *P. operculella* en fonction du temps sont représentés dans la figure suivante :

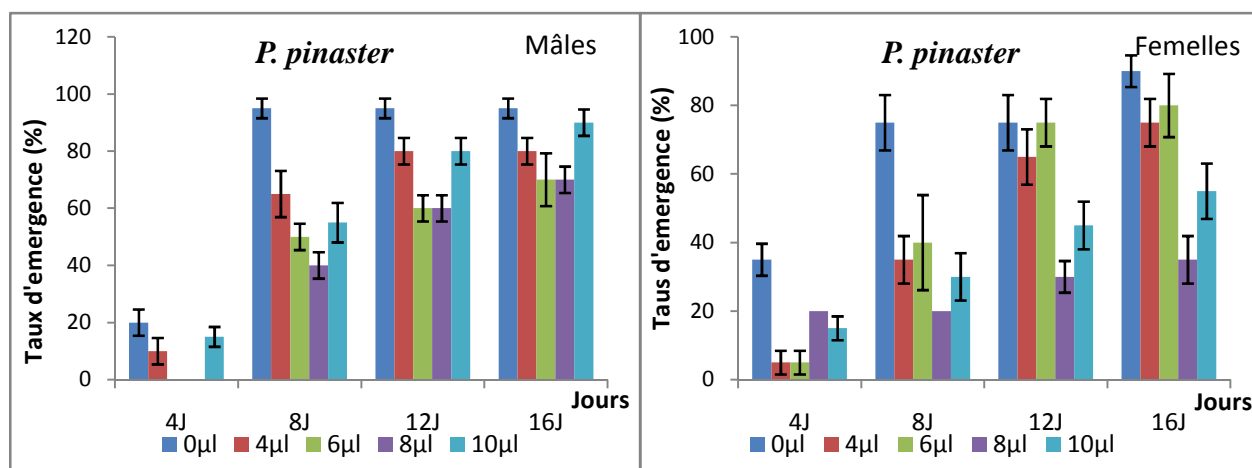


**Figure 57.** Taux d'émergence moyen ( $\pm$  écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles d'Eucalyptus.

Durant les quatre premiers jours le taux d'émergence est faible en particulier chez les mâles, au bout du 12<sup>ème</sup> jour 80 à 90% des chrysalides testées, les adultes ont émergés avec les différentes doses. Cependant, au bout de 24 à 48h après émergence les adultes meurent.

- **Le taux d'émergence des chrysalides traitées par *P. pinaster*.**

Les taux d'émergence des chrysalides traitées avec les doses 0 ; 4 ; 6 ; 8 ; 10 $\mu$ l de l'huile essentielle du pin maritime sur les mâles et les femelles de la *P. operculella* en fonction du temps sont représentées dans la figure suivante :

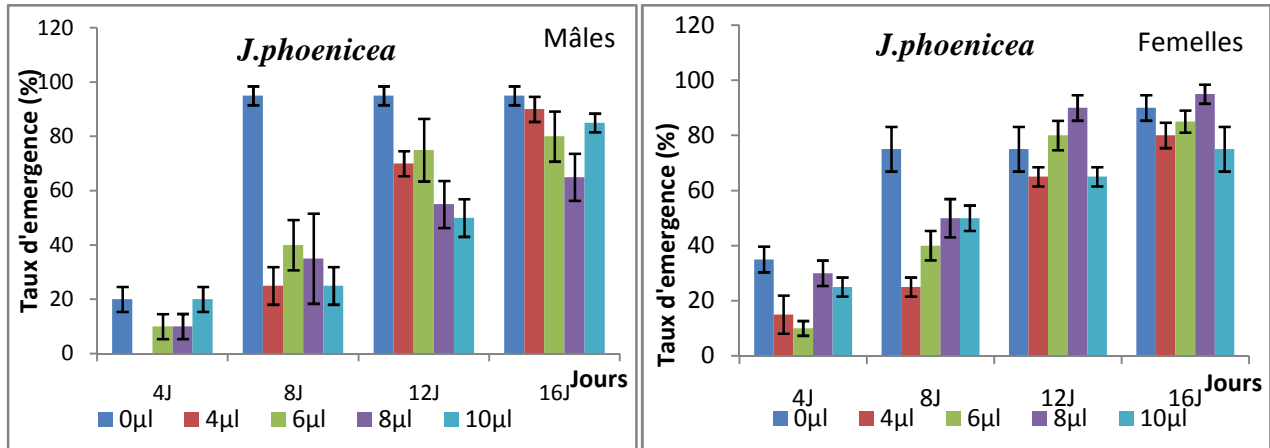


**Figure 58.** Taux d'émergence moyen ( $\pm$  écart type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du pin maritime *P. pinaster*.

L'émergence commence à partir du 4<sup>ème</sup> jour chez les mâles et les femelles au bout du 12<sup>ème</sup> jour, la plupart des chrysalides émergent avec des taux très importants pouvant atteindre les 100% avec toutes les doses testées.

- **Le taux d'émergence des chrysalides traitées par *J. phoenicea***

Les résultats obtenus des taux d'émergences des chrysalides traitées avec les différentes doses de l'huile essentielle du genévrier de Phénicie en fonction du temps sont représentées dans la figure suivante :

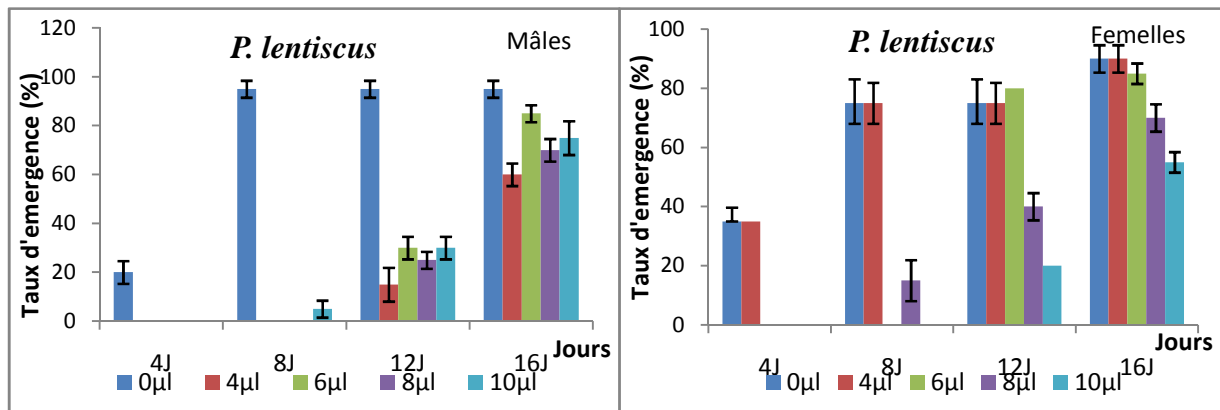


**Figure 59.** Taux d'émergence moyen ( $\pm$  écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du génévrier de Phénicie *J. phoenicea*.

Les chrysalides mâles et femelles de la teigne de la pomme de terre émergent dès les 4 premiers jours du traitement, au bout de 16<sup>ème</sup> jours, 80 à 100% des chrysalides émergent. Pour toutes les doses testées les adultes qui émergent s'accouplent et les femelles pondent leurs œufs, les larves néonates sont également observées.

- **Le taux d'émergence des chrysalides traitées par *P. lentiscus***

Les histogrammes ci-dessous, représentent les taux d'émergences des chrysalides traitées avec les doses 0 ; 4 ; 6 ; 8 et 10 µl de l'huiles essentielles du lentisque.



**Figure 60.** Taux d'émergence moyen ( $\pm$  écart-type) des chrysalides (mâles et femelles) traitées à l'huile essentielles du lentisque *P. lentiscus*.

L'émergence des chrysalides mâles et femelles traitées avec les doses 6 ; 8 et 10µl l'huile essentielle du lentisque ne commence qu'à partir du 12<sup>ème</sup> jour du test, vers le 16<sup>ème</sup>, entre 60 à 90% des adultes émergent des chrysalides traitées. Cependant 3 cas de malformations sont observés chez les adultes qui émergent avec les ailes antérieures recourbées (Fig. 64).

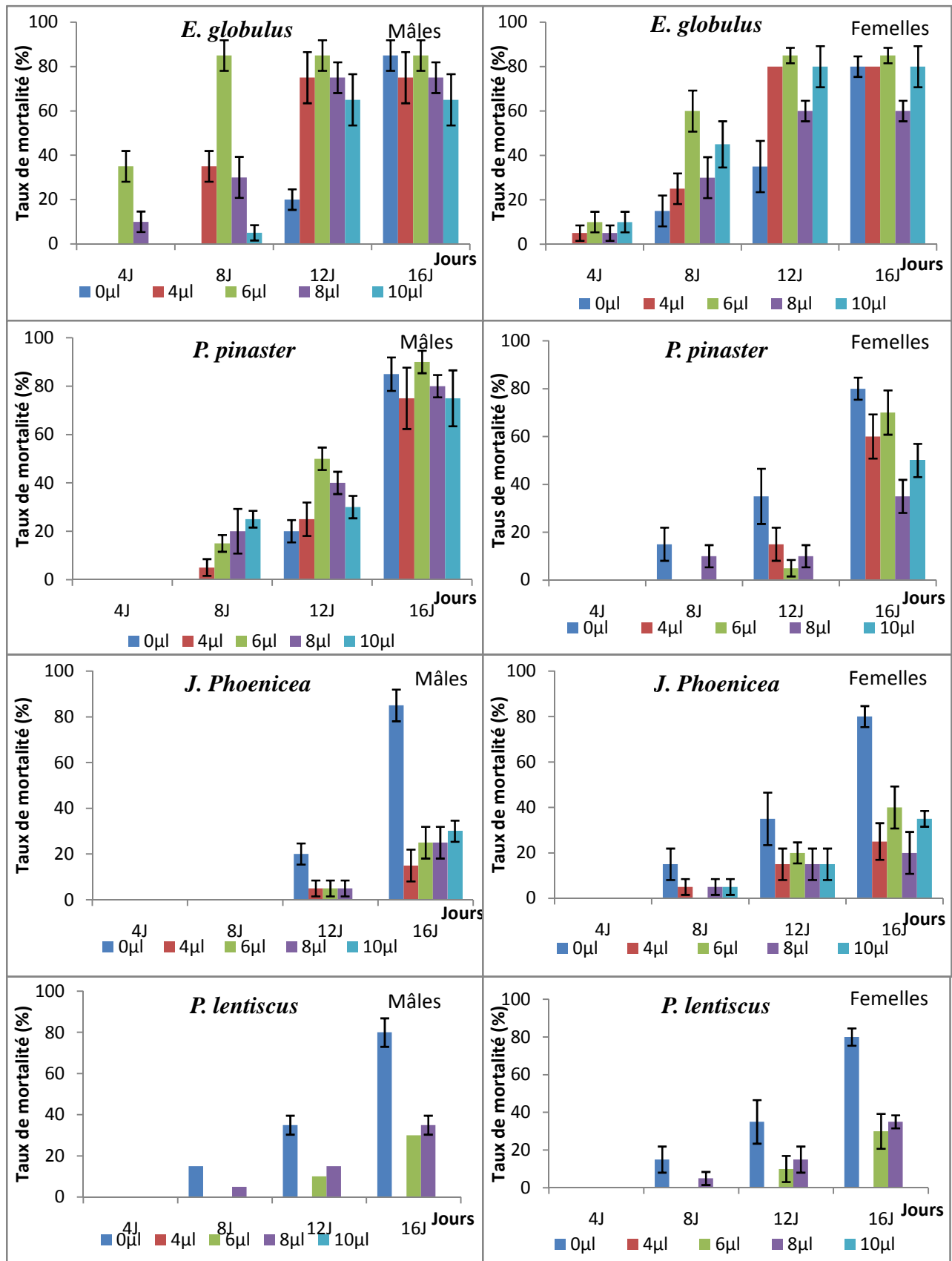


**Figure 61.** Malformation de l'adulte après émergence d'une chrysalide traitée à l'huile essentielle de lentisque (Originale, 2019).

L'analyse de la variance à 4 facteurs (huiles essentielles, sexes, doses, temps), montre qu'il y'a une différence très hautement significative pour les facteurs huiles essentielles, doses et temps avec  $P=0$ . Cependant, pour le facteur sexe l'analyse statistique n'a révélé aucune différence entre les mâles et les femelles de *P. operculella* avec  $P=0,4$  (Tab 1, Annexes.). Parmi les huiles essentielles utilisées, l'HE de lentisque a l'effet le plus toxique (groupe B) et réduit le taux d'émergence à 40,37% (Tab.2, Annexes). Pour les doses testées, les plus forte doses (8 et 10 $\mu$ l) sont celles qui diminuent fortement le taux d'émergence avec des moyennes de 41,09 et 39,68% respectivement (Tab.3, Annexes).

- **Mortalité des adultes après émergences**

La mortalité des adultes de *P. operculella* qui émergent des chrysalides traitées par les huiles essentielles testées sont représentés dans les figures suivantes :



**Figure 62.** Mortalité moyenne ( $\pm$  écart-type) des adultes de *P. operculella* après émergence traités par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatiques.

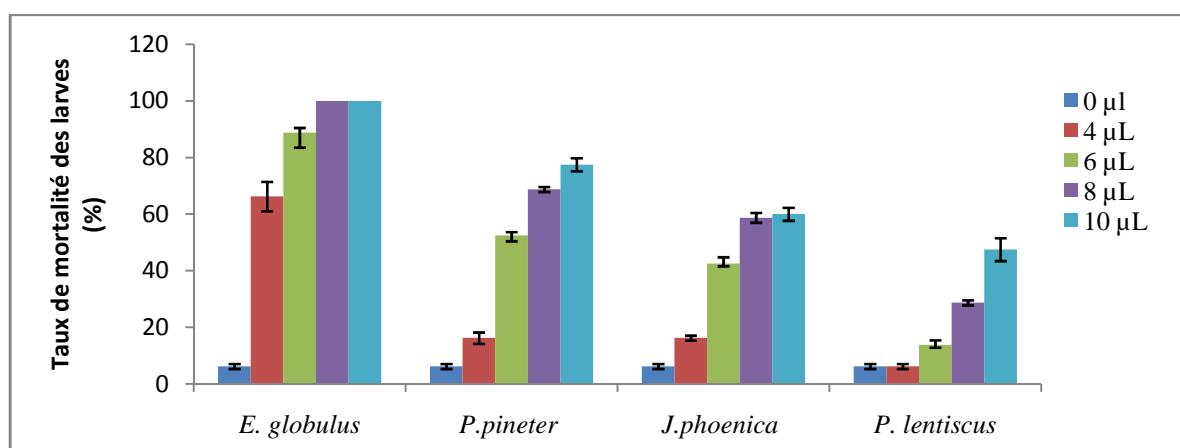
Pour les témoins, la mortalité des adultes atteint les 80 à 100% qu'au 16 jours après émergence, des accouplements, des pontes d'œufs et des larves néonates sont enregistrés avec une moyenne de 76, 25% de larves/ répétition. Cependant, dans le lot traité avec l'huile essentielle d'eucalyptus globuleux, les adultes meurent dans les 24 heures qui suivent et aucun accouplement n'est observé. Les trois autres huiles essentielles ne provoquent pas une mortalité immédiate des adultes et des accouplements sont également observés. Néanmoins, l'huile essentielle du lentisque provoque un ralentissement du stade chrysalide, ce qui conduit à des malformation chez les adultes.

L'analyse de la variance à 4 facteurs de classification ( huiles essentielles, sexes, doses, temps) montre qu'il y a une différence très hautement significative pour les critères huiles essentielles, doses et temps avec ( $P=0$ ). Pour le facteur sexe, il n'y a pas de différence significative entre les mâles et les femelles ( $P=0,7$ ).

L'huile essentielle d'*E. globulus* s'est avérée la plus toxique avec une mortalité moyenne de 45,87% (groupe A). Les doses 6, 8 et 10 $\mu$ l provoquent une mortalité plus élevée des adultes (groupe B). la mortalité augmente avec le temps avec une moyenne de 52,75% de mortalité au 16<sup>ème</sup> jours après émergence (groupe A) (Tab. 4, Tab. 5 et Tab. 6 ;Annexes).

#### 4.3. Etude de la mortalité des larves néonates

La mortalité des larves néonates de la teigne de la pomme de terre traitées par les différentes huiles essentielles est représentée dans la figure suivante :



**Figure 63.** Mortalité moyenne ( $\pm$  écart-type) des larves néonates de *P. operculella* après traitement par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatique.

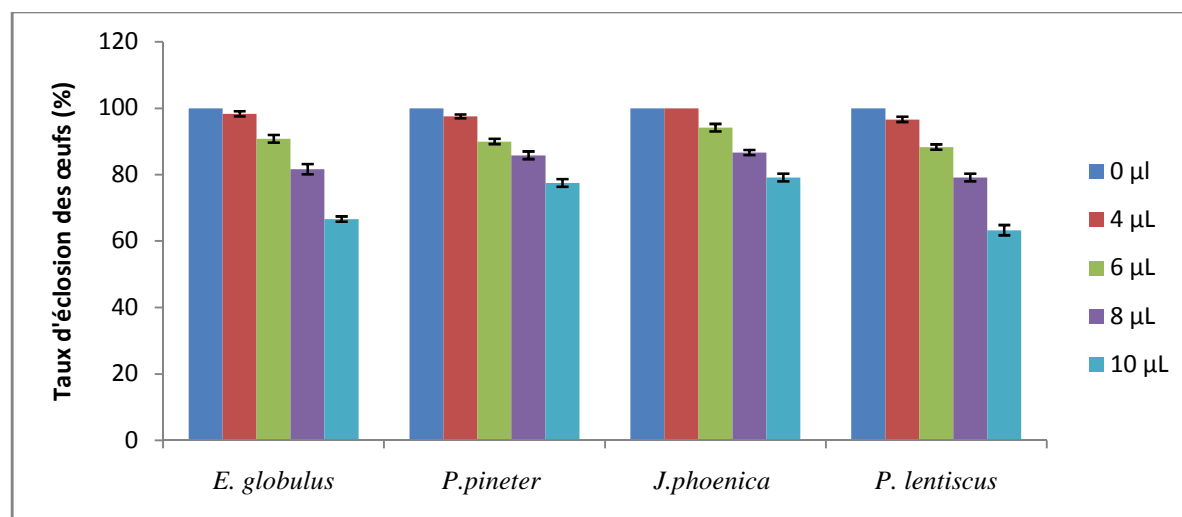
D'après les résultats présentés dans la figure 63, nous constatons que la mortalité minimale est enregistrée dans le lot témoin ( $6,25 \pm 0,87\%$ ). L'huile essentielle d'*E. globulus* réduit

nettement le nombre de larves et provoque la mortalité de  $66,25 \pm 5,25\%$  des larves à la dose de  $4 \mu\text{l}$ , à la dose de  $8 \mu\text{l}$  elle provoque la mortalité de toutes les larves. L'huile essentielle du pin maritime provoque la mort de  $52,5 \pm 1,15$  des larves à la dose de  $6 \mu\text{l}$ . L'huile essentielle du genévrier provoque la mortalité de  $60 \pm 2,31\%$  des larves à la dose de  $10 \mu\text{l}$ . Tandis que, l'huile essentielle du lentisque provoque les plus faibles taux de mortalité des larves avec un taux maximal de  $47,5 \pm 4,04\%$  à la dose de  $10 \mu\text{l}$ .

L'analyse de la variance à deux facteurs de classification a montré des différences très hautement significative ( $P=0,00056$ ) entre les huiles essentielles, l'effet le plus toxique est noté pour l'HE d'eucalyptus (groupe A), l'HE du pin maritime et du genévrier montrent une toxicité moyenne sur les larves (groupe B), alors que l'HE du lentisque, est montrée la moins toxique (groupe C). L'analyse statistique a également permis de noter une différence très hautement significative ( $P=0,00013$ ) entre les différentes doses testées. Les plus fortes doses ( $6, 8$  et  $10 \mu\text{l}$ ) ont l'effet biocide le plus important (groupe A) (Tab. 7 et Tab. 8, Annexes)

#### 4.4. Etude d'éclosion des œufs

L'éclosion des œufs de la teigne de la pomme de terre traités par les huiles essentielles testées sont représentés dans la figure suivante.



**Figure 64.** Éclosion moyenne ( $\pm$ écart-type) des œufs de *P. operculella* après traitement par inhalation aux huiles essentielles des plantes aromatique.

Dans les témoins sur les 30 œufs sélectionnés au hasard, un taux d'éclosion de 100% est enregistré. Nous avons également enregistré des taux d'éclosion assez importants pour toutes les huiles et avec toutes les doses. Le plus faible taux d'éclosion est enregistré à la concentration de  $10 \mu\text{l/L}$  pour les œufs traités avec l'huile essentielle de lentisque.

L'analyse de la variance à deux critères de classification a montré une différence significative ( $P=0,03$ ) entre les huiles essentielles testées avec une toxicité plus importante pour l'huile essentielle du lentisque (groupe B), l'analyse a également montré qu'une différence très hautement significative ( $P=0$ ) entre les différentes doses, avec la dose  $10\mu\text{l}$  qui a l'effet le plus important (groupe D) (Tab. 9 et Tab. 10; Annexe) .

## 5. Discussion

L'évaluation de l'effet insecticide sur l'émergence des chrysalides, la mortalité des adultes après émergence, la mortalité des larves néonates et l'éclosion des œufs de *P. operculella* exposés aux différentes doses de quatre huiles essentielles extraites à partir des plantes aromatiques d'origines locales est réalisée.

L'analyse des huiles essentielles testées a révélé qu'elles sont constituées majoritairement de monoterpène comme  $\beta$ -Pinene,  $\alpha$ -Pinene, l'eucalyptol, caryophyllène, et le p-Cymène. L' $\alpha$ -Pinene et le  $\beta$ -Pinene sont les composants les plus communs dans les quatre huiles essentielles testées. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Taleb-Toudert (2015) qui a étudié la composition chimique de quelques huiles essentielles d'origine locale, parmi elles l'HE d'*E. globulus* et *P. lentiscus*.

De nombreux travaux ont mis en évidence que les monoterpènes possèdent diverses activités insecticides sur diverses espèces d'insectes (Kim et al., 2001 ; Park et al., 2002 ; Parachristos et al., 2004 ; Cosimi et al., 2009). D'après Chaubey (2014), le  $\alpha$ -Pinene et le  $\beta$ -Caryophyllène ont une activité inhibitrice du développement contre les différents stades de développement de l'insecte. Hannour et al. (2017) attestent que la toxicité de certaines huiles essentielles contre les différents stades de développement de *P. operculella* peut être liée à leurs teneurs élevées en monoterpènes. Cependant, Lamiri et al. (2001) ont démontré que l'activité insecticide d'une huile essentielle pouvait être attribuée soit au principal composé présent dans l'huile, soit à la synergie et / ou les effets antagonistes de tous les composants de l'huile.

La présente étude a montré que les quatre huiles essentielles testées agissent d'une manière différente sur les stades de la teigne de la pomme de terre. Les stades non actifs à savoir ; œufs et chrysalides sont les moins sensibles aux huiles essentielles. Cependant, les mâles et les femelles adultes qui émergent des chrysalides traitées, ont montré une grande sensibilité en particulier ceux traités par l'huiles essentielles d'eucalyptus où la mortalité des adultes

après émergence est immédiate. Aussi, des malformations des adultes après émergence sont observées chez les chrysalides traitées avec l'huile essentielle de lentisque.

Les quatre huiles essentielles, ont un effet létal sur les larves néonates de la teigne de la pomme de terre. Cependant, l'huile essentielle d'*E. globulus* présente une très forte toxicité puisqu'elle provoque la mortalité d'environ 66% des larves après 24h d'exposition, suivi par l'HE du genévrier et du pin maritime, l'HE du lentisque montre le plus faible taux de mortalité avec environ 46%. Nous constatons également que la mortalité des larves traitées croît progressivement avec l'augmentation de la concentration des huiles essentielles.

Dans une étude connexe, Shaaya et al. (1991) et Prates et al. (1998) ont montré que les huiles essentielles produisaient une toxicité de fumigation par les systèmes respiratoires et digestifs. Abd-El-Aziz (2011) a démontré que la nymphe était le stade le plus tolérant et que l'adulte était le plus sensible.

Il est bien connu que pour les fumigants, les stades actifs (adultes et larves) des insectes sont plus sensibles que les stades sédentaires (œufs et nymphes), en raison des différences de leur fréquence respiratoire (Rajendran et Sriranjini, 2008).

Hannour et al. (2017) qui ont étudié la toxicité de l'huile essentielle du romarin *R. officinalis* envers tous les stades du développement de la teigne de la pomme de terre ont également conclu que les adultes et les larves sont plus sensibles. Cela peut s'expliquer par la forte activité respiratoire de ces stades par rapport aux pupes qui ont montré une tolérance à ces composés. Abd El-Aziz (2011) déclare que l'huile essentielle de marjolaine a montré des activités insecticides de contact et de fumigation importantes à différents stades. Les mâles et les femelles adultes ont montré une grande sensibilité à la fumigation. Les effets dissuasifs de la ponte se sont révélés insignifiants. De plus, les résultats ont montré que le traitement des stades immatures avec l'huile essentielle produisait des déformations chez les adultes.

Moawad et Ebadah (2007) qui ont étudié l'effet de quelques huiles essentielles (Margorum, Cardamon, Romarin et Terpintin) sur différents stades de développement de la teigne de la pomme de terre ont enregistré une réduction du taux d'éclosion des œufs (67,47 et 86,74%). Les huiles de cardamome et de romarin ont enregistré les taux les plus faibles de pénétration larvaire, de nymphose et d'émergence des adultes.

Sharaby (1988) affirme que le potentiel reproductif de *P. operculella* diminue significativement lorsque les adultes des deux sexes sont exposés à l'huile essentielle d'écorce

d'orange par inhalation. Quand à l'oviposition et à l'éclosion des œufs, ils sont complètement inhibés.

La réaction olfactive des larves et des adultes de *P. operculella* à certaines huiles essentielles telles que la menthe poivrée, le camphre, l'eugénol et le camphène étaient répulsives pour les larves et les adultes. Les tubercules de pomme de terre peuvent être protégés pendant les périodes de commercialisation ou de stockage en utilisant des matières naturelles sûres (Sharaby et al., 2009).

Rafiee-Dastjerdi et al. (2013) qui ont étudié la toxicité fumigante des huiles essentielles de basilic, de papyrénée européenne, de lavande, de menthe et de sarriette sur *P. operculella* ont montré que les huiles diminuent le taux de pénétration larvaires et que l'huile essentielle de sarriette est la plus efficace sur les adultes.

Lors de notre étude nous avons également remarqué que le nombre d'œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre qui émergent des chrysalides traitées est très faible. C'est ce qu'ont démontré Guerra et al. (2007), après l'étude de l'effet des huiles essentielles des plantes du genre *Minthostachys* (Lamiaceae) sur le taux de reproduction des femelles qui diminuent significativement (d'environ 80%).

Les résultats qui précèdent servent d'alternatives aux pesticides chimiques pour lutter contre ce ravageur dans le cadre du programme de lutte intégrée.

## *Conclusion et Perspectives*

Ce travail de recherche représente une étude de l'un des ravageurs les plus importants de la culture de la pomme de terre en Algérie, aussi bien en plein champ que dans les structures de stockage, à savoir la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller. Cette étude a permis d'apporter une contribution à la connaissance de la bioécologie de cet insecte et de fournir d'éventuelles méthodes de lutte biologique contre ce ravageur.

Les résultats de l'étude de la dynamique des populations des adultes mâles de la teigne de la pomme de terre *P. operculella* capturés par les pièges à phéromone en plein champ, sur quelques variétés de pomme de terre, Spunta, Kenza, Crisper et Désirée dans la région de Boumerdes et Arinda, Fabula, Florice, Synergy et Timate dans la région de Tizi-Ouzou, ont permis de déduire que sur les quatre variétés testées dans la région de Boumerdes, la Spunta est la variété la plus attaquée, et donc la moins résistante à la teigne de la pomme de terre, alors que la Kenza, la Crisper et la Désirée se sont avérées être plus au moins résistantes aux attaques de ce ravageur. Dans la région de Tizi-Ouzou la variété Florice s'est avérée la variété la plus résistante par rapport aux autres variétés étudiées.

Nos résultats montrent que l'activité des adultes mâles est étroitement liée aux conditions climatiques en particulier la température. En effet, le nombre d'adultes mâles capturés dans les pièges à phéromones est faible pendant les premières semaines d'études du mois d'avril ensuite il augmente significativement dès que les températures sont plus élevées aux mois de mai et juin, une corrélation positive existe entre la température et l'effectif d'adultes mâles dans les deux régions d'études.

La variété a une influence sur le potentiel de ponte des femelles de *P. operculella* le choix de l'oviposition des femelles et en relation directe avec la variété. Sur les quatre variétés étudiées dans la région de Boumerdes, la Spunta s'est avérée la variété préférée pour la ponte des femelles et la variété Crisper est la moins infestée probablement la plus résistante à l'insecte. Alors que dans la région de Tizi-Ouzou la variété Florice semble moins attractive à la ponte des femelles, alors que la fabula présente un taux de ponte assez important. Pourtant les variétés les plus sensibles à savoir la Spunta et la Fabula sont les variétés les plus cultivées en Algérie, en raison de leur grand calibre, de leur productivité élevée ainsi que leur cycle végétatif plus au moins court.

L'étude comportementale des femelles de la teigne de la pomme de terre en plein champ a montré que, de manière générale, ces dernières préfèrent pondre leurs œufs sur les faces inférieures des feuilles de la plante hôte. Concernant les étages foliaires de la plante (supérieur, moyen et inférieur), les femelles ne montrent pas de préférence pour un étage foliaire donné sur toutes les variétés testées dans les deux régions d'études.

L'infestation larvaire enregistrée dans les deux régions d'études sur les différentes variétés étudiées est très faible durant les périodes d'étude, cela peut être expliqué en premier lieu par le fait que le stade larvaire est un stade mobile et en recherche permanente de nourriture en particulier les tubercules de la pomme de terre. En second lieu, des traitements chimiques intensifs et répétitifs sont effectués dans les deux régions d'études ce qui réduit considérablement les effectifs des larves qui sont les plus sensibles aux insecticides.

L'évaluation de la distribution des larves de la teigne de la pomme de terre en fonction des variétés, des faces et des étages foliaires, a permis de déduire qu'aucune résistance variétale n'est enregistrée dans les deux régions d'étude. De plus, les larves ne montrent pas de préférence pour une face ou un étage foliaire donné.

L'inventaire qualitatif et quantitatif des insectes inféodés à une culture écologique de pomme de terre réalisé sur deux variétés, la Désirée et la Fabula, par les différentes méthodes de capture (pots Barber, assiettes jaunes, filet fauchoir et prélèvement des feuilles) dans la région de Tizi-Ouzou, nous a permis de capturer 1223 individus répartis en 55 espèces, représentés par 37 familles, appartenant à 7 ordres (Coléoptères, Hyménoptères, Orthoptères, Lépidoptères, Hémiptères, Diptères, Névroptères). L'ordre des Coléoptères est mieux représenté avec 16 familles, cependant, le nombre d'individus le plus important est enregistré chez les Hyménoptères. En effet les Hyménoptères sont les plus abondants dans la culture de pomme de terre avec un taux de 61%, suivi par les Coléoptères et les Diptères avec des abondances relatives de 19% et 12% respectives. Les Hémiptères sont représentés par 53 individus (4%).

La famille la plus abondante est celle des Formicidae avec des valeurs de 58,8% et 45,5% dans la Fabula et la Désirée respectivement. Cette famille est suivie par les Syrphyidae avec une valeur de 9,93%, les Oedemeridae avec 7,5% et les Apidae avec 6,5% sur la Désirée. Sur la variété Fabula les Formicidae sont suivis par les Oedemeridae avec 7,5%, les Syrphyidae avec 7,1% et les Apidae avec 4,3%.

Suivant le régime alimentaire, les espèces phytophages sont les plus dominantes avec un taux de 57%, elles sont suivies par les carnivores avec 30%. Les nécrophages et parasites sont représentés avec 9% et 4%, respectivement. L'inventaire a permis de recenser un nombre important d'insectes auxiliaires avec un taux de 28%, suivis de près par les ravageurs avec un taux de 26%. Les pollinisateurs sont également présents avec un taux assez important de 21%.

L'étude qualitative et quantitative a révélée plusieurs espèces d'insectes auxiliaires parmi elles, 3 espèces de coccinelles ; *Coccinella septempunctata*, *Coccinella novemnotata*,

*Henosepilachna argus*, 2 espèces de syrphes *Eupeodes corollae*, *Spharephoria scripta*, la chrysope verte *Chrysoperla carnea*, toutes ces espèces peuvent réduire considérablement les populations de *P. operculella*. Parallèlement plusieurs espèces de ravageurs de la pomme de terre sont recensés comme le taupin (*Agrites sp*), le hanneton commun (*Phyllopertha horticola*), la teigne de la pomme de terre (*P. operculella*), et plusieurs espèces de pucerons ; le puceron du pêcher (*Mysus persicae*), le puceron vert ou rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*), le puceron du nerprun (*Aphis nasturtii*) et le puceron tacheté de la pomme de terre (*Aulocorthum solani*).

Dans une optique de lutte par les biopesticides contre *P. operculella*, les huiles essentielles des 4 plantes aromatiques (l'eucalyptus globuleux, le pin maritime, le genévrier et le lentisque) sont testées par inhalation sur les différents stades de développements de la teigne de la pomme de terre. Les résultats obtenus montrent que le stade chrysalide est le moins sensible aux huiles essentielles testées. Cependant, les mâles et les femelles adultes qui émergent des chrysalides traitées, montrent une grande sensibilité en particulier à l'huile essentielle d'eucalyptus où la mortalité des adultes après émergence est immédiate. Aussi, des malformations des adultes après émergence sont observées chez les chrysalides traitées avec l'huile essentielle de lentisque, le potentiel de fécondité des femelles est également réduit considérablement.

Nos résultats montrent que toutes les huiles essentielles exercent une activité insecticide sur les larves de la teigne de la pomme de terre. Toutefois, l'huile essentielle d'eucalyptus globuleux montre l'effet létal le plus élevé sur les larves néonates avec un taux de 100% pour les doses de 8 et de 10 $\mu$ l/l.

L'effet ovicide des huiles essentielles est relativement faible. En effet, l'éclosion des œufs n'est pas entièrement inhibée. Néanmoins, les huiles essentielles diminuent la génération suivante considérablement.

L'ensemble des résultats obtenus pourrait constituer des solutions alternatives ou du moins contribuer à réduire l'usage des pesticides, en particulier dans les entrepôts de stockages de la pomme de terre.

Pour des travaux futurs, il serait intéressant d'étudier les composés organiques volatiles des variétés de pomme de terre. Afin de déterminer, si les composés volatils influencent le comportement et le choix de ponte des femelles sur différentes variétés de pomme de terre.

Dans le but d'évaluer l'effet sur les populations de la teigne de la pomme de terre, la réalisation d'élevages d'insectes auxiliaires, comme la coccinelle à sept points, et faire des lâchées en plein champ serait très intéressant.

Il serait également intéressant de tester les poudres, les huiles essentielles et huiles végétales d'autres plantes aromatiques locales, déterminer leurs constituants, et évaluer l'effet insecticide des composées majeures sur *P. operculella* en laboratoire et dans les entropôts de stockage.

## *Références bibliographiques*

- Abd El-Aziz M.F. (2011). Bioactivities and Biochemical Effects of Marjoram Essential Oil used against Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) Life Scien. J. 8 (1) : 288-297.
- Abdallah Y., Abdel-Wahed M., et Youssef G.h. (2012). Life table parameters as indicator of potato Varieties susceptibility to infestation with *Phthorimaea operculella* (Zeller). Egypt. Acad. J. Biol. Sci. Entomol. 5 : 127–136.
- Ahamdi H. Wthelet J.P., Ankit M., Khedid K. et El Bachiri A. (2009). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essentiel huiles de thym (*Thymus vulgaris*) de lest du Maroc. Int.J.Agric. Biol. 11(2) : 205-208.
- Al-Ali A.S., Al-Neamy I.K., Abbas S.A., Abdul-Masih A.M.E. (1975). Observations on the biology of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae) in Iraq. J. Appl. Entomol. 79: 345-351.
- Albouy V. (2007). Les papillons. Ed. Artemis. Paris. 76P.
- Alvarez J.M., Barbour J., Clough G.H., Deban S.J., Dogramaci M., Jensen A., Rondon S.I., Schreiber A., Thornton M. (2007). Biology and management of the potato tuberworm in the Pacific Northwest 594: 1-3.
- Alvarez J.M., Dotseth E. et Nolte P. (2005). Potato tuberworm: a threat for Idaho potatoes. Current Information Series, University of Idaho. CIS 1125. 4 pp.
- Amhamdi H., Aouinti F., Wathelet J.P., Elbachiri A. (2009). Chemical Composition of the Essential Oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. Rec. Nat. Prod. 3 (2) : 90-95.
- Andreadis S.S., Spanoudis C.G., Zakka G., Aslanidou B., Noukari S., Savopoulou-Soultani M. (2017). Effect of temperature on rate of development, survival and adult longevity of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Eur. J. Entomol. 114: 35- 41.
- Anonyme. (2008). La pomme de terre. Année internationale de la pomme de terre ; un trésor enfoui. Organisations des nations unies. 12-45.
- Anonyme. (2016). Fiche technique : variétés de pomme de terre. Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles (ITCMI) Isser Boumerdes Algérie.
- Arab K., Bouchenak O. et Yahiaoui K. (2014). Phytochemical study and evakuations of the antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and phenolic compound of *Pistacia lentiscus* L. J. Fond. Appl. Scien. 6(1) : 77-91.
- Arvalis. (2004). Maladies, ravageurs et désordres de la pomme de terre. 89P.
- Arvalis. (2008). Variétés de pomme de terre. 123P.

- Bakkali F., Averbek S., Averbek D. et Idaomar M. (2008). Biological effects of essential Oils, a review. *Food Chemistry and Toxicology*. 46: 446-475.
- Balachowsky A.S. (1949). Faune de la France. Coléoptères scolytides. Librairie de la faculté des sciences. Paris. 320P.
- Balachowsky A.S. (1966). Entomologie Appliquée À L'agriculture: Lépidoptères. Vol. II. Ed. Masson. Paris. 1088P.
- Beaumont A. et Cassier P. (1983). Travaux pratiques de biologie animale, zoologie, embryologie et histologie. Ed. Dunod. Paris. 502 P.
- Belatra O. (2009). Diversité de l'Arthropodofaune de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région de Djelfa. Mémoire de magister. Ecoles Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach– Alger. 99P.
- Benkhelil M.L. (1991). Les techniques de récoltes et de piégeages utilisées en entomologie terrestre. Office des publications universitaires, Alger. 68p.
- Bennett A., Bennett A.L. et Du Toit C.L.N. (1999). Chemical control of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in tobacco seedlings. *Afr. Plant Prot.* 5 : 83–88.
- Bernard F. (1982). Recherche écologiques et biométriques sur la *Tapinoma* de France et du Maghreb. *Bul. Hist. Nat. Afri. Nord, Alger.* 57-93.
- Bessaoud O. (2016). La sécurité alimentaire En Algérie. le Forum des Chefs d'Entreprise, Alger. 84P.
- Bonierbale M., Zapata, G.B., Felde, T. zum, and Sosa, P. (2010). Composition nutritionnelle des pommes de terre. *Cah. Nutr. Diététique.* 45 :28–36.
- Bourget D. (1998). Les Variétés à la loupe. Ed. Adhoc, Paris. 156P.
- Bousquet Y. (1990). Beetles associated with stored products in Canada : an identification guides. Ed .Canadian gouvernement publishing center. Ottawa, Canada. 214P.
- Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M. , Chaabouni M. M. (2008). Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle *Juniperus phœnicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie.* (10) : 119-125.
- Braby M.F. (2004). The complete field guide to butterflies of Australia. Ed. CSIRO, colling wood, Australie. 399P.

- Cañedo V., Benavides J., Golmirzaie A., Cisneros F., Ghislain M., et Lagnaoui A. (1999). Assessing Bt-Transformed Potatoes for Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), Management. CIP Program Rep. 161-169.
- Castola V., Bighelli A., Casanova J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica. *Biochemical Systematics and Ecology*. 28: 79-88.
- Chandel R.S. (2005). Potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Central Potato Research Institute: Shimla. Technical Bulletin N. 65. 47P.
- Chaubey M.K. (2012). Acute, lethal and synergistic effects of some terpenes against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Ecologia Balkanica*.4(1):53–62.
- Chauhan U. et Verma L. R. (1991). Biology of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller with special reference to pupal eye pigmentation and adult sexual dimorphism. *Entomon* .16 (1) :63-67.
- Chauvin L., Caromel B., Kerlan M.-C., Rulliat E., Fournet S., Chauvin J.-É., Grenier E., Ellissèche D., et Mugniéry D. (2008). La lutte contre les nématodes à kyste de la pomme de terre *Globoderarostochiensis* et *Globoderapallida*. *Cah. Agric.* 17, 368–374.
- Chenry M. (1988). *Insectes d'Europe occidentale*. Ed. Arthraud. Paris, 307p.
- Chevalier M. et Manil L. (2012). *Guide des coléoptères. Guide des coléoptères des milieux agricoles et prairiaux*. 66p.
- CIP. (1990). *Principales maladies, insectes et nématodes de la pomme de terre*. Ed. CIP. Lima, Pérou. 94P.
- Cohic, F. (1954). La Teigne de la pomme de terre. *Revue Agricole de la Nouvelle-Calédonie*. 1(2) :6-11.
- Coll, M, Gavish, S, Dori, I. (2000). Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*(Lepidoptera: Gelechiidae), in two potatocropping systems in Israel. *Bull. Entomol. Res.* 90 : 309–315.
- Cosimi S., Rossi E., Cioni P.L., et Canale A. (2009). Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evolution of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L). *J. Stor. Prod. Resear.* 45(2) :125-132.
- Coutin R. (1994). *Ravageurs des végétaux d'ornement: atlas en couleur: arbres, arbustes, fleurs*. Ed. Quae. Paris. 480P.
- D'hondt-Defrancq M. (1984). *Les principales maladies bactériennes et cryptogamiques de la pomme de terre*. CambBrBne. 21P.

- Daget P.h. (1979). Les modèles mathématiques en écologie. Ed. Masson, Paris, 172 p.
- Dagnelie, P. (1975). Théorie et méthodes statistiques. Vol. II. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, Belgique.
- Dajoz R. (1975). Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris. 434 P.
- Dajoz R. (1971) - Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris. 434 p.
- Dajoz R. (1982). Elément d'écologie. Ed. Gauthier-Villars. Paris.503P.
- Dajoz R. (1985). Précis d'écologie. Ed. Dunod, 505 p.
- Dajoz R. (2006). Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris. 631P.
- Das G.P. (1995). Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Crop. Prot. 14 : 631–636.
- Das G.P., et Raman K.V. (1994). Alternate hosts of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Crop Prot. 13 : 83–86.
- De Mire B. (2006). Prise en compte des insectes dans les études environnementales. Le courrier de la nature. 266 : 32-39.
- Delaplace P. (2007). Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). 211P.
- Delaplace P. et Fauconnier M.L. (2004). Le stockage post-récolte: une étape clé du processus de production. Troupeaux et cultures des tropiques. 27-34.
- Delaplace P., Fauconnier, M.L., et du Jardin, P. (2008). Méthodes de mesure de l'âge physiologique des tubercules semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Biotechnol Agron Soc Env. 12(2) : 171- 184.
- Delobel A. (1996). Insectes ravageurs des tubercules et des racines en Afrique tropicale: Post-Récolte. Principes Appl. En Zone Trop. 63-78.
- Delvare G., et Aberlenc, H.P. (1989). Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: clés pour la reconnaissance des familles. Ed. Quae. Paris. 292P.
- Diakalia S., Boni Barthélémy Y., Loudit Bayendi M., Verheggen F., Francis F., Legrève A., Somda I. et Schiffers B. (2018). Détermination par piégeage de la diversité et de l'abondance des familles d'insectes associées à la culture de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Burkina Faso. Entomologie Faunistique. 71 : 1-15.
- Dillard HR, Wicks TJ, Philip B. (1993). A grower survey of diseases, invertebrate pests, and pesticide use on potatoes grown in South Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 33:653–661.

- Djenane D., Lefsih K., Yangüela J. et Roncalés P. (2011). Composition chimique et activité anti-*Salmonella enteritidis* des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Lavandula angustifolia* et de *Satureja hortensis*. *J. of Phytotherapy*. 9: 343-353.
- Douches D.S., Pett W., Santos F., Coombs J., Grafius E. (2004). Field and storage testing Bt potatoes for resistance to potato tuberworm (Lepidoptera:Gelechiidae). *J. Econ. Entomol.* 97: 1425-1431.
- Dreux P. (1980). Précis d'écologie. Ed. Presses Univ. France, Paris, 231P.
- Ebadollahi A. (2013). Essential Oils Isolated from Myrtaceae Family as Natural Insecticides. *Annual Review & Research in Biology.* 3(3): 148-175.
- Espinel-Correal C. (2010). Analyse de l'évolution des populations du granulovirusPhopGV en contact avec des hôtes alternatifs *Phthorimaea operculella* et *Teciasolanivora* (Lepidoptera : Gelechiidae). Doctorat. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne. 192P.
- FAO. (1991). Racines, tubercules, plantains et bananes dans la nutrition humaine. *Nutrition N° 24.* 196 p.
- FAO. (2008). Pomme de terre, nutrition et diététique. Année internationale de pomme de terre. 2p.
- FAO. (2016). Principaux pays producteurs de la pomme de terre. [www.fao.org/faostat/fr/](http://www.fao.org/faostat/fr/)
- FAO. (2019). Faostat. Production mondiale et locale de la pomme de terre. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Fauri C. Ferra C. Medori P. Devaux J. et Hemptinne J. L. (2003). Ecologie, approche scientifique et pratique. 5ème édition, Lavoisier, 584p.
- Feitelson J., Payne, J. et Kim, L. (1992). *Bacillus thuringiensis*: Insects and Beyond. *Nat Biotechnol.* 10 : 271-275.
- Fenemore P.G. (1980b). Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae); identification of host-plant factors influencing oviposition response. *N.Z. J. Zool.* 7(3): 435-439.
- Fenemore, PG. (1980a). Susceptibility of potato cultivars to potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). *N. Z. J. Agric. Res.* 23(4): 539-546.
- Fenomore P.G. (1988). Host-plant location and selection by adult potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiida): a review. *J. Insect. Physiol.* 34: 175-177.

- Foot M.A. (1979). Bionomics of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), at Pukekohe. N. Z. J. Zool. 6(4): 623-636.
- Francis F. (2003). Protection intégrée en cultures maraichères. Evaluation et utilisation de l'entomologie générale et appliquée. Université des sciences agronomiques FUSA Gx. 6P.
- Franck A. (2008). Capture, conditionnement, expédition, mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. La recherche agronomique pour le développement. Université de la réunion, Cirad.
- Fraser N. (1998). La production biologique de la pomme de terre. Ed. Centre d'agriculture biologique de La Pocatière. Québec. 56P.
- Gaucher D. (1998). Maladies de la pomme de terre. Institut technique des céréales et des fourrages. Paris, 48 p.
- Ghislain M., Langnaoui A., Walker T. (2003). Fulfilling the promise of *Bt* potato in developing countries M. Metz (Ed.), *Bacillus Thuringiensis* A Cornerstone of Modern Agriculture, The Haworth Press Inc., US/Canada. 93-113.
- Gill H.K., Chahil G., Goyal G., Gill A.K., et Gillett-Kaufman J.L. (2014). Potato Tuberworm *Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae). IFAS Ext. 1-7.
- Giordanengo P., Vincent C. et Alyokhin A. (2013). Insect pests of potato ; global perspective on biology and management. Elsevier. 633P.
- Giri Y.P., Aryal S., Dangi N.P.Y., Pradhan S.B., Shrestha S.M., Sporleder M., Thapa B. (2014). Distribution and seasonal abundance of potato tuber moth: *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Nepal. Int. J. Appl. Sciences and Biotechnology, Nepal. 2(3): 270-274.
- Gocher I. Et Lusson J. (2001). La pomme de terre et ses transformations. Projet tuteuré. IUT du Montes. Nancy. Barbois
- Golizadeh A., Esmaeili. N. (2012). Comparative Life History and Fecundity of *Phthorimaea operculella*(Lepidoptera: Gelechiidae) on Leaves and Tubers of Different Potato Cultivars. J. Econ. Entomol. 105(5): 1809-1815.
- Golizadeh A., Esmaeilib N., Razmjouc J., Rafiee-Dastjerdid H. (2014). Comparative life tables of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* on leaves and tubers of different potato cultivars. J. Insect Sci. 42 (14): 1-11.
- Golizadeh A., Zalucki M.P. (2012). Estimating temperature-dependent developmental rates of potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences. J. Insect Sci. 00:1-12.

- Guerra P. C., Molina I.Y., Yabar E. et Gianoli E. (2007). Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. *J. Appl. Entomol.* 131(2) : 134–138.
- Guettala-Frah N. (2009). Entomfaune, impact économique et biologie des principaux ravageurs du pommier dans la région des Aures. Thèse de doctorat. Université de Batna. 166P.
- Gurr G.M., Symington C.A. (1998). Resistance to the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*L.) tubers. *Aust. J. Entomol.* 37: 49-51.
- Hanafi A. (1999). Integrated pest management of potato tuber moth in field and storage. *Potato research.* 42(2). 373-380.
- Handfied L., Handfied D., Lafontaine J.D., Landry B. et Lessard F. (2011). Le guide des papillons du quebec. Ed. Broquet, Canada. 838P.
- Hannour K. , Boughdad A. , Maataoui A., Bouchelta A. (2017). Chemical composition and toxicity of Moroccan *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) essential oils against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) Zeller (Lepidoptera, Gelechiidae). *J.M.E.S.* 8 (2) : 758-769.
- Hans M. G. Peeten., Sierd Folkertsma., Jan Kees Schipper., Henk. Baarveld. Sandra Van der Kleijn. (2011). Catalogue néerlandais des variétés de pomme de terre. Ed nivap. Pays. Bas .285P.
- Harmel N., Francis F., Haubruge E., et Giordanengo P. (2008). Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures.* 17 (4) : 395-400.
- Hawkes J.G. (1990). The potato, evolution, biodiversity and genitic resources. Ed. Belhaven Press. London. 259P.
- Herman T.J.B. (2008). Biological control of potato tuber moth, by *Apanteles subandinus* Blanchard in New Zealand. In: Kroschel, J., Lacey, L. (Eds.), Integrated Pest Management for the Potato Tuber Moth, *Phthorimaea operculella* Zeller – a Potato Pest of Global Importance. *Tropical Agriculture* 20, Advances in Crop Research 10, Margraf Publishers, Weikersheim, Germany. 73–80.
- Hodgson W.A., Pond D.D., et Munro J. (1975). Maladies et ennemies de la pomme de terre. Ed. Ministère de l’agriculture. Canada. 76P.
- Horne P.A. (1990). The influence of introduced parasitoids on the potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Victoria, Australia. *Bull. Entomol. Res.* 80 : 159–164.

- Jasrotia P. (2003). Management of Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) By Chelonus Blackburni Cameron. PhD Thesis. CSK Himachal Pradesh Krishi Vishvavidyalaya; Palampur. 151P.
- Kellil H. (2010). Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est Algérien. Mémoire de magister. Université El-Hadj Lakhdar Batna. 188P.
- Kerbouche Y. (2015). Diversité et stratégie d'occupation des groupes entomologiques dans quelques localités en Algérie. Ecoles Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach– Alger. 224P.
- Kfir R. (2003). Biological control of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* in Africa. In: Neuenschwander, P., Borgemeister, C., Langewald, J. (Eds.), Biological Control in IPM Systems in Africa, CABI Publishing, Wallingford, UK. 77–85.
- Kim D.H., Ahn YJ. (2001). Constituents of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored-product insects. Pest Manag Sci. 57:301–06.
- Koul O., Walia S., Dhaliwal G.S. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. Biopestic Int. 4: 63–84.
- Kristensen N.P., et Schmidt-Rhaesa A. (2013) .Evolution, Systematics, and Biogeography. V.I. Ed. Walter de Gruyter. 504P.
- Kroschel J., et Schaub B. (2013). Biology and ecology of potato tuber moths as major pests of potato. Insect Pests Potato Glob. Perspect. Biol. Manag. Acad. Press Lond. 165–192.
- Kroschel J., Koch W. (1994). Studies on the population dynamics of the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Zeller) (Lepidoptera, Gelechiidae) in the Republic of Yemen. J. Appl. Entomol. 118: 327-341.
- Krsteska V., et Stojanoski P. (2012). *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873), in the tobacco agro-ecosystem. Scientific Tobacco Institute- Prilep. 72-77.
- Lacey L.A., et Neven L.G. (2006). The potential of the fungus, *Muscodoralbus*, as a microbial control agent of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae) in stored potatoes. J. Invertebr. Pathol. 91 : 195–198.
- Lagnaoui A., Ben Salah H. et El Bedewy R . (1996). Integrated management to control potato tuber moth in North Africa and the Middle East. CIP Circular. 22 : 10 – 15 .
- Lamara Mahamed R. (2015). Bioécologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de pomme de terre (La Spunta, la Désirée et la Burren) dans les régions des Issers et Draa Ben-Khedda et inventaire de l'entomofaune au niveau des parcelles des Issers. Mémoire de magister. U.M.M.T.O. 112P.

- Lamara Mahamed-Allahoum R., et Medjdoub-Bensaad F. (2015). Inventaires qualitatif et quantitatif des insectes présent dans les parcelles traitées et non traitées chez deux variétés de pomme de terre (la Spunta et la Desirée) dans la région des Issers (Boumerdes). communication orale. Séminaire national biodiversité, environnement et sécurité alimentaire.
- Lamara Mahamed-Allahoum R., Khelfane-Goucem K., Lardjane N. et Medjdoub-Bensaad F. (2019). Population Dynamics of the Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) Upon Different Potato Varieties Grown in Northern Algeria. Bull. of Pure and App. Scien. 38A (2) :109-118.
- Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B., Berrada M. (2001). Insecticidal effects of essential oils against hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say). Field Crop Res.71: 9–15.
- Laummonier R. (1979). Culture légumière et maraichère Tomme III, Ed .J.B, Baillier. Paris. 274p.
- Lobstein A., Couic-Marinier F., Koziol N. (2018). Huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*. Actualités pharmaceutiques. N° 573. 59-61.
- Loubert L. (2006). L'aromathérapie dans l'accompagnement des patients atteints par le VIH. Thèse de doctorat. Université de Toulouse III Paul Sabatier. 186P.
- M .A.D.R. (2009). Ministère de l'Agriculture et Développement Durable. madrp.gov.dz.
- M.A.D.R. (2019). Ministère de l'Agriculture et Développement Durable. madrp.gov.dz.
- Malaka R., Tingey W.M. (1999). Resistance of *Solanumberthaultii* foliage to potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). J. Econ. Entomol. 9(2): 497–502.
- Malakar R., Tingey W.M. (2006). Aspects of tuber resistance in hybrid potatoes to potato tuberworm. Entomol. Exp. Appl. 120:131–137.
- Mattila P., Hellström J. (2007).Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 20, 152-160.
- Mayer P. (2007). Le pin maritime, Actes Sud: Arles, France.
- Mbairanoudji A ., Ngue Bissa T. et Peyani T. (2007). Pomme de Terre Guide Pratique de la culture des pomme de terre. Programme National de Développement des racines et Tubercules, 19P.

- Medina R.F., Rondon S.I., Reyna S.M., Dickey A.M. (2010). Population Structure of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera:Gelechiidae) in the United States. Environ. Entomol. 39(3): 1037-1042.
- Meziane D. (1991). Histoire de la pomme de terre. Diététique, n°25. 29p.
- Moawed S. S. et Ebadah I. M. A. (2007).Impact of some natural plant oils on some biological aspects of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera; Gelechiidae). Research Journal of Agriculture & Biotechnology Science, 3 (2): 119-123.
- Muller Y. (1985). L'avifaune forestière nicheuse des Vosges Du Nord ; sa place dans le contexte Medio-Européen. Thèse Doctorat Sci., Univ. Dijon, 318p.
- Munyemana A. et Vonoppen M. (1999). La pomme de terre au Rwanda : une analyse d'une filière à hautes potentialités. Centre International de Pomme de terre (CIP). 101P.
- Ndiaye I. (1997). Etude bio-écologique de la teigne de la pomme de terre, *phthorimaea operculella* (zeller)(lepidoptera, Gelechiidae) et moyens de lutte. Thèse de doctorat, université Cheikh Anta Diop de Dakar 86 P.
- Nishimura H. (2001). Aroma constituents in plants and their repellent activities against mosquitoes. Aroma Research. 2 : 257–267.
- Nyabyenda P. (2005). Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. Lavoisier. 223p.
- Omari C. (2011). La filière pomme de terre en Algérie. Afrique agriculture. 381 : 26-30.
- Ottavioli J., Gonny M., Casanova J. et Bighelli A. (2009). Chemical variability of the needle oil of juniperus communis ssp. alpina from Corsica. Chemistry et Biodiversity. 6 (12) : 2192-2199.
- Papachristos D.P., Karamanoli K., Stamopoulos D.C., Menkissoglu-Spiroudi U. (2004). The relationship between the chemical composition of three essential oils and their Insecticidal activity against *Acanthoscelides obtectus* (Say). Pest Manag Sci. 60: 14-20.
- Park B.S., Lee S.E., Choi W.S., Jeong C.Y., Song C., Cho K.Y. (2002). Insecticidal and acaricidal activity of piperonaline and piperoctadecalidine derived from dried fruits of *Piper longum* L. Crop Protect. 21: 249–51.
- Pelletier, Y, Horgan, FG, Ponpon, J. (2011). Potato resistance to insects. The American Journal of Plant Science and Biotechnogy. 5: 37-52.
- Pelt J.M. (1995). Des légumes. Ed. Fayard. Paris. 234P.

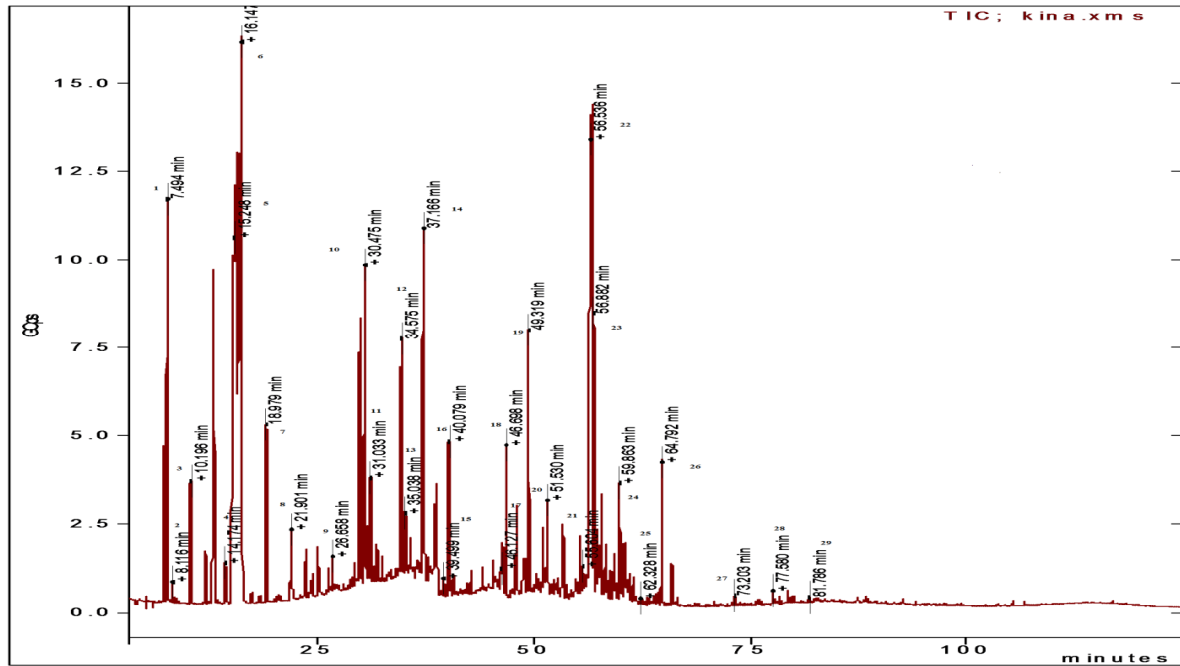
- Polese J.-M. (2006). La culture des pommes de terre. Ed. Artemis. Paris. 104P.
- Quezel P. et Gast M. (1998). Genevrier, Encyclopédie Berbère. 3016-3023pp.
- Quezel P. et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. C.N.R.S, Paris, 01pp.
- Rafiee-Dastjerdi H., Khorrami F., Razmjou J., Esmailpour B. , Golizadeh A. et Hassanpour M. (2013). The efficacy of some medicinal plant extracts and essential oils against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae). J. Crop Prot. 2 (1): 93-99.
- Raj B.T. (1991). Potato Tuber Moth with Special Reference to India. Ed. Central Potato Research Institute: Shimla. 16P.
- Rajendran S., et Sriranjini V. (2008). Plant products as fumigants for stored-product insect control. Journal of Stored Product Research. 44 : 126-135.
- Ramade F. (2003). Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, France. 690p.
- Ramade F., (1993). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Science international, Paris, 822 p.
- Ramade F. (1984). Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. MC GRAW HILL, Paris, 397 p.
- Ramade F. (1990). Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et précipitation. Ed. Economica. Paris, fasc. 3, 144 p.
- Ramade F. (2009). Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. 704P.
- Raman K. V., Booth R. H. et Palacios M. (1987). Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) in rustic potato stores. Tropical Science. 27: 175-194.
- Raman K.V. (1988). Control of Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* with Sex Pheromones in Peru. Agric. Ecosystems Environ. 85–99.
- Raman KV. (1980). La teigne de tubercule de la pomme de terre Bulletin d'information technique. International Potato Center Pérou. 3P.
- Reed E.M. (1971). Factors effecting the status of virus us a contol agent for potato moth *Phthorimaea operculella* aZeller (Lepidoptera, Gelechiidae). Bull. entomole. Res. 61 : 207-222.

- Regnault-Roger C. (1997). The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews*. 2 : 25-34.
- Remillet M. (1988). *Catalogue des insectes ravageurs des cultures en Guyane française*. Ed. IRD. 268P.
- Richard C., et boivin, G. (1994). La Pomme de terre. In *Maladies et Ravageurs Des Cultures Légumières Au Canada*. 247–290.
- Rivera M. (2011). The potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Zellzer), in the tobacco, *Nicotiana tabacum* L. Agroecosystem.seasonal biology and larval behavior. Mémoire master, Relieth, North Carolina. 84P.
- Rondon S.I. (2010). The Potato Tuberworm: A Literature Review of Its Biology, Ecology, and Control. *Am. J. Potato Res.* 87 : 149–166.
- Rondon S.I., Brown, C.R., Marchosky, R. (2013). Screening for Resistance of Potato Lines to the Potato Tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Am. J. PotatoRes.* 90:71–82.
- Rondon S.I., DeBano S.J., Clough G.H., Hamm P.B., Jensen A, Schreiber A., Alvarez J.M., Thornton M., Barbour J., Dogramaci M. (2007). Biology and Management of the Potato Tuberworm in the Pacific Northwest, PNW. 594: 1-7.
- Rondon S.I., et Xue, L. (2010). Practical techniques and accuracy for sexing the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Fla. Entomol.* 93 : 113–115.
- Rousselle P., Ellisseche D., et Rousselle F. (1992). La pomme de terre. *Cah. O.-m.* 45 : 303–314.
- Rousselle P., Robert Y., Crosnier J.C. (1996). La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies. Ed. INRA Paris. 607P.
- Sauyer R. (1972). La pomme de terre, bulletins d'information technique de 1 à 19. Centre International de pomme de terre (CIP). 136P.
- Seigue A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes ; Ed. G.P.Maisonneuve et Larose, Paris, 502 p.
- Seyni R.S.D., Ellisseche D., Sihachakr D., Jouan B., and Ducreux G. (2002). Conséquences du stress hydrique chez huit cultivars de Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Bot. Gallica* 149 : 139–148.
- Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. et Sukprakarn C. (1997). Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of storedproduct insects. *Journal of Stored Production Research*.33 : 7-15.

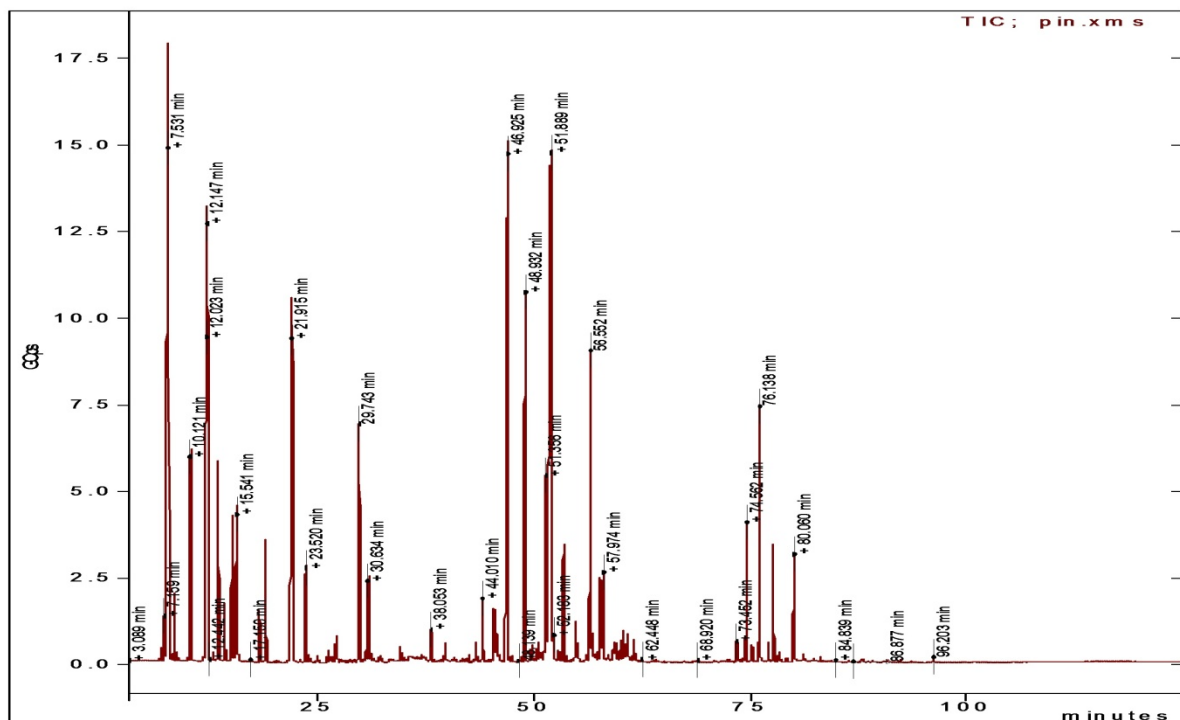
- Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U. et Pissarev V. (1991). Fumigant toxicity of essential oils against four major stored product insects. *Journal of Chemical Ecology*, 17 : 499-504.
- Sharaby A. (1988). Effect of Orange, *Citrus sinensis* (L.) Peel Oil on Reproduction in *Phthorimaea operculella* (Zell.) *Insect Sci. Applic.* 9 (2). 201- 203.
- Sharaby A.M, Abdel-Rahman H. et Moawad, S. (2009). Biological effects of some natural and chemical compounds on the potato tuber moth, *P. operculella* Zeller (Lepidoptera:Gelechiidae). *Saudi Journal of Biological Sciences*. 16 :1-9.
- Shekari M., Jalali Sendi J., Etebari K et Shadparvar A. (2008). Effects of *Artemisia annua* L. (Asteracea) on nutritional physiology and enzyme activities of elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* Mull. (Coleoptera: Chrysomellidae). *Pesticide Biochemistry and Physiolog.* 91 : 66-74.
- Soltner D. (1990). Les grandes productions végétales. Ed. Collection sciences et technique agricoles. 464P.
- Soltner D. (2012). Les grandes productions végétales: céréales, plantes sarclée, prairies. Ed. Sciences et technique agricoles. 473P.
- Sporleder M., Kroschel J., Gutierrez Quispe M.R., Lagnaoui A. (2004). A Temperature Based Simulation Model for the Potato Tuberworm, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae). *Environmental Entomology*. 33(3):477-486.
- Stamopoulos D.C., Damosb P. et Karagianidou G. (2007). Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *T. confusum* (du Val) Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Stored Product Research*. 43 : 571–577.
- Taleb-Toudert K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 160P.
- Tapondjou A.L., Adler C., Fontem D.A., Bouda H., Reichmuth C. (2005). Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *J Stored Prod Res.*41:91–102.
- Traynier R.M. (1975). Field and laboratory experiments on the site of oviposition by the potato moth. *Bull. Entomol. Res.* 65: 391–398.
- Tria M. et Chehat F. (2013). Typologie des producteurs de pomme de terre dans la région d'Ain Defla. *Les cahiers du CREAD*. (103). 107-136.

- Trivedi T.P., et Rajagopal D. (1992). Distribution, biology, ecology and management of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): A review. *Trop. Pest Manag.* 38, 279–285.
- Vandenberg J., et Burafuta E. (2001). Les pommes de terre : Situation et tendances de la production Canadienne en 2000-2001. CANADA: Direction générale des services à l'industrie et aux marchés.
- Vaneva-Gancheva T., et Dimitrov Y. (2013). Chemical control of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) on tobacco. *Bulg. J. Agric. Sci.* 19 : 1003–1008.
- Veale M.A., Slabbert M.M., et Van Emmenes L. (2012). Agrobacterium-mediated transformation of potato cv. Mnandi for resistance to the potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*). *South Afr. J. Bot.* 80: 67–74.
- Verbist J.F., et Monnet R. (1979). Apropos de la teneur en solanine des petits tubercules nouveaux de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *PotatoRes.* 5.
- Wale S.J., Platt H.W., et Cattlin N.D. (2008). *Diseases, Pests and Disorders of Potatoes: A Color Handbook*. Ed. Elsevier. 184P.
- Yuan H., Lei Z., Rondon S.I., et Gao, Y. (2017). Potential of a strain of *Beauveria bassiana* (Hymenozoa: Cordycipitaceae) for the control of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Int. J. Pest Manag.* 63, 352–354.
- Zeddani J.L., Orbe K., Léry X., Dangles O., Dupas S., et Jean-François, S. (2008). An isometric virus of the potato tuber moth *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) has a trisegmented RNA genome. *Journal of Invertebrate Pathology*, 99 : 204-211.

# *Annexes*



**Figure 1.** Chromatogramme de l'huile essentielle de l'eucalyptus globuleux *Eucalyptus globulus*.



**Figure 2.** Chromatogramme de l'huile essentielle du Pin maritime *Pinus pinaster*.

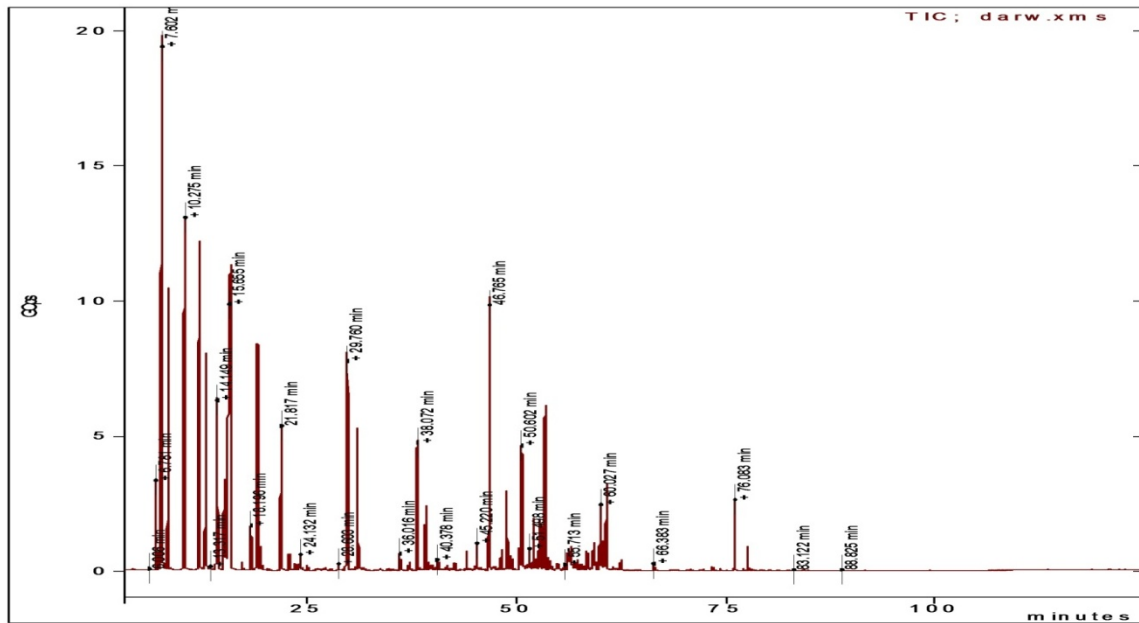


Figure 3. Chromatogramme de l'huile essentielle du lentisque *Pistacia lentiscus*.

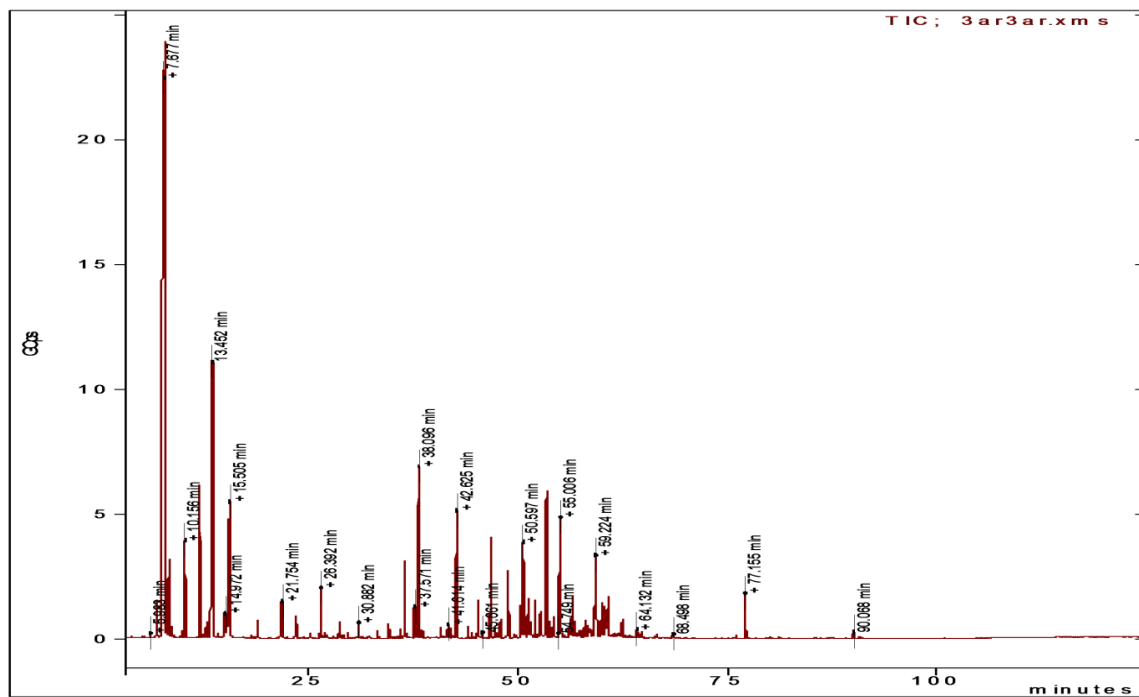


Figure 4. Chromatogramme de l'huile essentielle du genévrier *Juniperus phoenicea*.

**Tableau 1.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant la toxicité des huiles essentielles sur l'émergence des chrysalides de *P. operculella*.

Huiles essentielles	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Genévrier	54,875	A	
Eucalyptus	54,5	A	
Pin maritime	50,875	A	
Lentisque	40,375		B

**Tableau 2.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence des doses sur l'émergence des chrysalides de *P. operculella*.

Doses ( $\mu$ l)	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
0	72,5	A		
4	47,188		B	
6	50,313		B	
8	39,688			C
10	41,094			C

**Tableau 3.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence du temps sur l'émergence des chrysalides de *P. operculella*.

Temps (Jours)	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
16	78,625	A			
12	66,125		B		
8	42,875			C	
4	13				D

**Tableau 4.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant la toxicité des huiles essentielles sur la mortalité des adultes de *P. operculella*.

HUILES ESSENTIELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
Eucalyptus	45,875	A			
Pin maritime	25,5		B		
Genévrier	13,625			C	
Lentisque	9				D

**Tableau 5.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence de la dose sur la mortalité des adultes de *P. operculella*.

DOSES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
0	29,375	A	
4	27,813	A	
6	21,719		B
8	19,375		B
10	19,219		B

**Tableau 6.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence du temps sur la mortalité des adultes de *P. operculella*.

TEMPS (Jours)	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
16	52,75	A			
12	27,625		B		
8	11,75			C	
4	1,875				D

**Tableau 7.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant la toxicité des huiles essentielles sur les larves néonates de *P. operculella*.

Huiles essentielles	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
<i>E. globulus</i>	72,25	A		
<i>P. pinaster</i>	44,25		B	
<i>J. phoenica</i>	36,75		B	C
<i>P. lentiscus</i>	20,5			C

**Tableau 8.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence des doses sur les larves néonates de *P. operculella*.

DOSES (µl)	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
10	71,25	A	
8	64,063	A	
6	49,375	A	
4	26,25		B
0	6,25		B

**Tableau 9.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence des huiles essentielles sur l'éclosion des œufs de *P. operculella*.

HUILES ESSENTIELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
Genévrier	91,975	A	
Pin maritime	90,155	A	B
Eucalyptus	87,47	A	B
Lentisque	85,465		B

**Tableau 10.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'influence des doses sur l'éclosion des œufs de *P. operculella*.

DOSES ( $\mu$ l)	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
0	100	A			
4	98,113	A			
6	90,8		B		
8	83,294			C	
10	71,625				D

## Résumé

En Algérie, la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) est un redoutable ravageur de la pomme de terre *Solanum tuberosum* L. qui provoque des dégâts considérables, aussi bien en plein champ que dans les entrepôts de stockages.

La bioécologie de *P. operculella* a été étudiée en plein champ sur neuf variétés dans deux régions Boumerdes et Tizi-Ouzou. Les résultats montrent que les températures jouent un rôle primordial dans la dynamique des populations de ce déprédateur. L'évolution temporelle du nombre d'œufs, d'adultes présente une différence significative entre les différentes variétés étudiées. Dans la région de Boumerdes la Crisper s'est avérée la moins attaquée et donc la plus résistante à ce ravageur, dans la région de Tizi-Ouzou c'est la variété Florice qui est la moins sensible à l'attaque de *P. operculella*. Les femelles de *P. operculella* n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné, puisqu'elles pondent sur toute la plante. Par contre, elles manifestent une préférence de ponte pour la face inférieure des feuilles. L'inventaire qualitatif et quantitatif des insectes inféodés à une culture écologique de pomme de terre réalisé sur deux variétés, la Désirée et la Fabula, dans la région de Tizi-Ouzou, nous a permis de capturer 1223 individus répartis en 55 espèces, représentés par 37 familles, appartenant à 7 ordres (Coléoptères, Hyménoptères, Orthoptères, Lépidoptères, Hémiptères, Diptères, Névroptères). Le peuplement est dominé par les Hyménoptères avec un taux de 61%. L'inventaire a permis de recenser un nombre important d'insectes auxiliaires avec un taux de 28%, suivis de près par les ravageurs avec un taux de 26%. L'étude de l'effet bioinsecticide des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques (*Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*, *Pistacia lentiscus* et *Juniperus phoenicea*) locales sur les chrysalides, les larves et les œufs de *P. operculella* est réalisée par inhalation. Celle de l'eucalyptus globuleux est la plus efficace sur le stade larvaire, pour le stade nymphal c'est l'huile essentielle du lentisque qui provoque un ralentissement de l'émergence et des malformations chez les adultes après émergence. Le stade larvaire est le plus sensible aux huiles essentielles et le stade œuf est le plus résistant.

**Mots clés :** *Solanum tuberosum*, *Phthorimaea operculella*, bioécologie, inventaire, huiles essentielles, biocontrôle.

## Abstract

In Algeria, the potato *Solanum tuberosum* L. is subject to attack by a devastating pest; the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) which causes considerable damage, both in the field and in warehouses. *P. operculella* bioecology was studied in the field upon nine varieties in two regions, Boumerdes and Tizi-Ouzou. The results showed that temperatures play a key role in the population dynamics of this pest. The temporal evolution of the number of eggs and adults showed a significant difference between the different varieties studied. In the Boumerdes region, Crisper proved to be the least attacked and therefore the most resistant to this pest, while in the Tizi-Ouzou region, the Florice variety was the least susceptible to *P. operculella* attack. *P. operculella* females have no preference for a given leaf stage, since they lay eggs on the whole plant. However, they prefer laying eggs on the underside of the leaves. The qualitative and quantitative insects inventory associated with ecological potato crop was carried out upon two varieties, Desiree and Fabula, in the region of Tizi-Ouzou using different sampling methods. This enabled us to capture 1223 individuals divided into 55 species, represented by 37 families belonging to 7 orders (Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Diptera, Neuroptera). The settlement is dominated by Hymenoptera with a rate of 61%. The inventory identified a significant number of auxiliary insects with a rate of 28%, closely followed by pests with a rate of 26%. The study of the bioinsecticidal effect of the essential oils of four aromatic plants (*Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster*, *Pistacia lentiscus* and *Juniperus phoenicea*) on pupae, larvae and eggs of *P. operculella* is carried out by inhalation. That of the globular eucalyptus is most effective on the larval stage, for the nymphal stage it is the essential oil of the mastic tree which causes a slowdown in the emergence and malformations in adults after emergence. The larval stage is the most sensitive to essential oils and the egg stage is the most resistant.

**Key-words:** *Solanum tuberosum*, *Phthorimaea operculella*, bioecology, inventory, essential oils, biocontrol.