

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de La recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



Mémoire

**En vue d'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques
Spécialité : Entomologie Appliquée à la Médecine à l'Agriculture et à la
Foresterie**

Thème

**Bioécologie de la teigne *Phthorimaea operculella* Zeller
(1873) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de
pomme de terre (Fabula, Arinda et Florice) dans les
régions de Oued Aissi et Ait Hessane de Tizi-Ouzou.**

Présenté par:

M^{lle} Abtouche Kenza

M^{lle} Aissaoui Fatima

Devant le jury :

M^{me} AOUAR-SADLI M.

M.C.A

UMMTO Présidente

M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.

Professeur

UMMTO Promotrice

M^{me} LAMARA MAHAMED- ALLAHOUM R.

Doctorante

UMMTO Co-promotrice

M^{me} CHOUGAR S

M.A.A

UMMTO Examinatrice

M^{elle} GUERMAH D.

Doctorante

UMMTO Examinatrice

Année universitaire : 2016/2017



REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout le bon Dieu tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nous remercions vivement notre promotrice M^{me} Medjdoub-Bensaad F., Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir encadré ce travail et pour ses conseils et ses orientations et surtout pour sa présence continue.

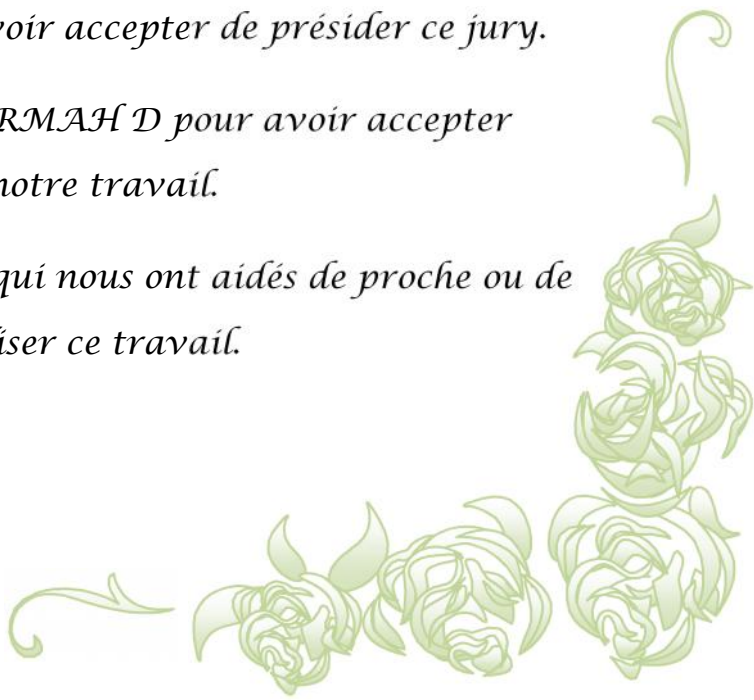
Nous tenons à adresser notre profonde gratitude à notre Copromotrice M^{me} Allahoum-Lamara Mahamed R. Doctorante en Ecologie Animale pour son soutien, ses orientations et ses conseils.

Nos remerciements vont aussi aux membres de jury qui ont accepté de juger notre travail :

M^{me} AOUAR -SADLI M pour avoir accepté de présider ce jury.

M^{me} CHOUGAR S et M^{elle} GUERMAH D pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Sans oublier toutes les personnes qui nous ont aidés de proche ou de loin pour réaliser ce travail.





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

*A la mémoire de mon père que je demande à Dieu
d'accorder Sa miséricorde.*

*A ma très douce et chère mère qui ma toujours
encouragées de poursuivre mes études, que Dieu la garde en
bonne santé.*

A mon seul et unique frère Sofiane, que dieu le protège.

A ma chère sœur Nabila et son fiancé Naïm et sa famille.

A mes chers grands parents.

A toutes ma famille ; oncles et tantes chacun son nom.

A mon chère binôme Fatima et sa famille.

*A tous les amis qui de près ou de loin ont rendu plus
facile la réalisation de ce travail.*

Kenza





Dédicace

Je dédie ce travail considérable

- ✓ *A la mémoire de mon père que je demande à Dieu d'accorder Sa miséricorde*
- ✓ *A ma très chère mère et que dieu la protégeras pour toujours*
- ✓ *A mes chères sœurs Lila, Souad et Sabrina*
- ✓ *sans oublier mes nièces Sarah, Di doucha et la petite Katia*
- ✓ *A mon cher frère Yacine que j'aime énormément*
- ✓ *A mon cher binôme Kenza et sa famille*
- ✓ *A tous la famille et les amis*

FATIMA



Figure 1 : Morphologie de la plante de la pomme de terre (Oswaldo, 2010).....	05
Figure 2 : Cycle végétatif de la pomme de terre (Kotchi et Olivier, 2004).....	07
Figure 3 : La production et la superficie de la pomme de terre à Tizi Ouzou de 2011 à 2016 (DSA, 2017)	12
Figure 4 : La répartition géographique de la teigne de la pomme de terre <i>P. operculella</i> . Zeller dans le monde (Kroschel et Zeggara, 2006)	14
Figure 5 : L'œuf de la teigne de la pomme de terre <i>P.operculella</i> (original, 2017).....	16
Figure 6 : Larve de la teigne de la pomme de terre <i>P.operculella</i> (original, 2017).....	16
Figure 7 : L'adulte de la teigne de la pomme de terre <i>P.operculella</i> (original, 2017).....	17
Figure 8 : Cycle de développement de la teigne de la pomme de terre (<i>P. operculella</i> Zeller) (Pierre T, 2004).....	19
Figure 9 : Situation géographique de la région Oued Aissi et Ait Hessane (Hasnaoua) Tizi-Ouzou (Google Earth, 2017).....	22
Figure 10 : Variations des températures maximales, minimales et moyennes mensuelle de juillet 2016 à juin 2017(Office nationale de météorologie de Tizi Ouzou, 2017).....	23
Figure 11 : Précipitation moyenne mensuelle enregistrées entre juillet 2016 à juin 2017(Office nationale de météorologie de Tizi Ouzou, 2017)	24
Figure12 : Variations des moyennes mensuelles d'humidité relative enregistrées entre juillet 2016 à juin 2017 (Office nationale de météorologie de Tizi Ouzou, 2017)	25
Figure 13 : Variations des moyennes mensuelles du vent enregistrées entre juillet 2016 à juin 2017(Office nationale de météorologie de Tizi Ouzou, 2017).....	26
Figure 14 : Schéma du dispositif expérimental dans la station de Oued Aissi).....	28
Figure 15 : Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Fabula (Original, 2017)	28
Figure 16 : Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Arinda (Original, 2017).....	29
Figure 17 : Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Florice (Original, 2017).....	31
Figure 18 : Piège Delta à phéromone (Original, 2017)	32
Figure 19 : Evolution temporelle du nombre d'adulte mâle capturés par le piège à phéromone sur la variété Florice	34
Figure 20 : Evolution temporelle du nombre des œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Florice.....	35
Figure 21 : Distribution de nombre moyen d'œufs en fonction des étages foliaires chez Florice	35
Figure 22 : Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Florice.....	36

Figure 23 : Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentés sur les feuilles de la variété Florice	37
Figure 24 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Florice	37
Figure 25 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Florice	38
Figure 26 : Evolution temporelle de nombre d'adulte mâles capturés par le piège à phéromone sur la variété Arinda.....	39
Figure 27 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Arinda.....	39
Figure 28 : Distribution de nombre moyen d'œufs en fonction des étages foliaires chez Arinda...	40
Figure 29 : Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Arinda	41
Figure 30 : Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentés sur les feuilles de la variété Arinda	41
Figure 31 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Arinda	42
Figure 32 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Arinda	43
Figure 33 : Evolution temporelle de nombre d'adulte mâles capturés par le piège à phéromone chez la variété Fabula.....	43
Figure 34 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Fabula.....	44
Figure 35 : Distribution de nombre moyen d'œufs en fonction des étages foliaires chez Fabula...45	45
Figure 36 : Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Fabula	45
Figure 37 : Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentés sur les feuilles de la variété Fabula.....	46
Figure 38 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Fabula.....	47
Figure 39 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Fabula.....	47

Tableau 1 : Quelques variétés de pomme de terre et leurs caractéristiques (Hans et al., 2011) ..04	
Tableau 2 : Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100g cuites à l'eau (Anonyme, 2001)..... 06	
Tableau 3 : Evolution de la production national de pomme de terre entre 2003 et 2013 (FAOSTAT, 2015).....11	
Tableau 4 : Produits phytosanitaires utilisés dans la parcelle de la station Oued Aissi..... 27	
Tableau 5 : Produits phytosanitaires utilisés dans la parcelle de la station Ait Hessane 27	
Tableau 6 : Caractéristiques morphologiques de la variété de fabula (Hans et al., 2011)..... 29	
Tableau 7 : Caractéristiques morphologiques de la variété Arinda (Hans et al., 2011)..... 30	
Tableau 8 : Caractéristiques morphologiques de la variété Florice (Anonyme, 2015) 31	
Tableau 9 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable du nombre d'adultes capturés chez les trois variétés (Arinda, Florice, Fabula) 48	
Tableau 10 : Test de Newman et Keuls pour le facteur variété 48	
Tableau 11 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable du nombre d'œufs chez les trois variétés..... 49	
Tableau 12 : Test de Newman et Keuls pour le facteur variété 50	
Tableau 13 : Test de Newman et Keuls au seuil de 5% pour le facteur face 50	

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur la pomme de terre	
1. Historique de la pomme de terre	3
2. Position taxonomique	3
3. Origine génétique	3
4. Variétés	4
5. Description botanique et morphologique	4
6. Valeur nutritionnelle	6
7. Cycle de reproduction	7
7.1. Cycle sexué	7
7.2. Cycle végétatif	7
8. Exigences écologiques de la pomme de terre	8
8.1. Exigences climatiques	8
8.2. Exigences hydriques	9
8.3. Exigences édaphiques	9
8.4. Exigences en élément de fertilisation	9
9. Importance économique de la pomme de terre	10
9.1. Dans le monde	10
9.2. En Algérie	10
9.3. A Tizi-Ouzou	11
10. Maladies et ravageurs	11
Chapitre II : Généralités sur la teigne de la pomme de terre	
1. Généralités sur les lépidoptères	13
2. Teigne de la pomme de terre	13
3. Position systématique	13
4. Origine et répartition géographique	14
5. Pertes économique	15
5.1. Dans le monde	15
5.2. En Algérie	15
6. Description des états biologiques	15
7. Dimorphisme sexuel	17

8. Biologie de <i>Phthorimaea operculella</i>	18
9. Plantes hôtes	19
10. Dégâts et symptômes	19
11. Moyens de lutte	20
11.1. En plein champ	20
11.2. En stock	21

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. présentation de la zone d'étude	22
1.1. Situation géographique	22
1.2. Caractéristiques édaphiques	23
1.3. Caractéristiques climatiques	23
1.3.1. Températures	23
1.3.2. Précipitation	24
1.3.3. Humidité relative	24
1.3.4. Vent	25
2. Entretien des parcelles	26
2.1. Plantation et buttage	26
2.2. Irrigation	26
2.3. Traitement phytosanitaire	27
3. Technique d'étude	27
3.1 Matériel végétale	27
3.1.1 Station D'Oued Aissi	27
3.1.2 Station d'Ait Hessane (Tizi-Ouzou)	
4. Méthodes d'échantillonnage	30
4.1 .Pièges à phéromone	31
4.2. Prélèvement des feuilles	32
4.3. Au laboratoire	32
4.4. Prélèvement des insectes	33
5. Traitement des données	33
5.1. Calcul de nombre moyen des larves ou œufs par feuille	33
5.2. Analyse statistique	33

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats	34
1.1. Variété Florice	34

1.1.1. Evolution temporelle du nombre d'adulte capturés.....	34
1.1.2. Evolution temporelle du nombre d'œuf pondus par les femelles de <i>Phthorimaea operculella</i> sur les feuilles.....	34
1.1.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires	35
1.1.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les faces inferieures et supérieures des feuilles	36
1.1.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles.....	36
1.1.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles on fonction des étages foliaires.....	37
1.1.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de <i>P.operculella</i> présentes en fonction des faces inferieure et supérieure des feuilles	38
1.2. Variété Arinda	38
1.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adulte capturés.....	38
1.2.2. Evolution temporelle du nombre d'œuf pondus par les femelles de <i>Phthorimaea operculella</i> sur les feuilles.....	39
1.2.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaires	40
1.2.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les faces inferieures et supérieures des feuilles	41
1.2.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles.....	41
1.2.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Arinda on fonction des étages foliaires	42
1.2.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de <i>P.operculella</i> présentes sur la variété Arinda en fonction des faces inferieure et supérieure des feuilles	42
1.3. Variété Fabula	43
1.3.1. Evolution temporelle du nombre d'adulte capturés.....	43
1.3.2. Evolution temporelle du nombre d'œuf pondus par les femelles de <i>Phthorimaea operculella</i> sur les feuilles.....	44
1.3.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> en fonction des étages foliaire.....	44
1.3.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>P. operculella</i> sur les faces inferieures et supérieures des feuilles	45
1.3.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles.....	46

1.3.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Fabula on fonction des étages foliaires	46
1.3.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de <i>P.operculella</i> présentes sur la variété Fabula en fonction des faces inférieure et supérieure des feuilles.....	47
2. Analyse statistique des résultats	48
2.1. Analyse de la variance pour les adultes.....	48
2.2. Analyse de la variance pour les œufs	49
3. Discussion.....	51
Conclusion	54
Références bibliographiques	55



Introduction

La pomme terre *Solanum tuberosum* L, appartient à la famille des solanacées .C'est une plante herbacée, vivace par ses tubercules et toujours cultivée comme une culture annuelle (Delaplace,2007)

D'après la FAO (2013), la pomme de terre est la quatrième culture dans le monde après le riz, le maïs et le blé. Elle est largement répandue dans le monde. La production mondiale est de 360.886.519 tonnes répartis entre 152 pays producteurs sur une surface de 20 millions d'hectares.

Selon Soltner (1976), la pomme de terre est originaire de la cordillère des Andes dans le sud-ouest de l'Amérique, elle est cultivée principalement dans l'hémisphère nord qui inclut les zones tempérées et les zones subtropicales.

Elle est réussie dans la plupart des sols, mais elle préfère les sols légers et légèrement acides (Marie, 2007).

La pomme de terre reste très utilisée dans la majorité des pays du Monde, globalement sa consommation progresse dans les pays en développement. En Algérie, la pomme de terre occupe une place intéressante dans la nouvelle politique de renouveau agricole et rural. Sa culture reste parmi les espèces maraichères qui occupe une place stratégique, tant sur le plan superficiele que par le niveau de la production. En Algérie la production de pomme de terre ne satisfait pas les besoins du consommateur ce qui engendre la dépendance à l'importation notamment en matière de semence (Chauvin et *al.*, 2008).

Parmi les principales causes de cette faible production nationale, nous pouvons citer les difficultés d'acquisition de semence de qualité, d'accès aux crédits et celles liées à la disponibilité de l'eau. Il s'y ajoute aujourd'hui l'impact d'un insecte ravageur très redoutable, *Phthorimaea operculella* ou teigne de la pomme de terre. Cet insecte dont la bio écologie varie considérablement d'une saison voire d'une région à l'autre, a fait auparavant dans de nombreux pays l'objet d'études en raison de l'importance des dégâts qu'il occasionne dans les cultures, ainsi que dans les stocks de pomme de terre (Ndiaye, 1997).

La teigne de la pomme de terre (*P.operculella*) est un déprédateur cosmopolite, de la famille de Gelechiidae est l'un des ravageurs les plus destructeurs de la pomme de terre dans les régions tropicales et subtropicales (Golizadeh et *al.*, 2014).Les larves qui sont des chenilles mineuses creusent leurs galeries dans les tiges ou le limbe des feuilles et notamment

dans les tubercules qu'elles rendent impropres à la vente et qu'elles attaquent aussi en période de stockage (Ndiaye ,1997).

Vu l'importance des dégâts que provoque la teigne de la pomme de terre *P.operculella* sur la culture de la pomme de terre en plein champ ainsi que dans les structures de stockage, il est important de mieux connaître la bioécologie de la teigne de la pomme de terre dans le but de déterminer l'impact des traitements sur cet insecte et réduire ses dégâts. Pour se faire nous avons réalisé une étude sur la bioécologie de *P.operculella* sur trois variétés différentes de pomme de terre (Fabula, Arinda et Florice) dans deux régions différentes : Oued Aissi et Ait Hessane dans la Wilaya de Tizi Ouzou.

Notre mémoire est scindé en quatre chapitres :

Les deux premiers chapitres portent sur une synthèse bibliographique sur la plante hôte la pomme de terre *S.tuberosum* et sur son insecte ravageur la teigne de la pomme de terre *P.operculella*. Le troisième chapitre présentera les deux régions d'étude ainsi que le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de notre travail. Dans le quatrième chapitre seront exposé les résultats obtenus et leur discussion portant sur la dynamique des populations de la teigne de la pomme de terre. Enfin notre travail sera clôturé par une conclusion.

Chapitre I
Généralités sur la pomme
de terre

1. Historique de la pomme de terre

La pomme de terre est originaire d'Amérique du sud et a été introduite en Europe il y a plus de quatre siècles. Depuis, elle s'est répandue dans le monde entier. C'est au long de la cordillère des Andes qu'elle a été cultivée en premier, plus particulièrement dans la zone appartenant aujourd'hui au Pérou, à la Bolivie et au Chili (Rousselle et *al.*, 1996).

En Algérie, la pomme de terre a probablement été introduite une première fois au XVI^{ème} siècle par les Maures andalous qui ont propagé les autres cultures dans la région, comme la tomate, le poivron, le maïs, le tabac...etc. Puis elle est tombée dans l'oubli n'ayant pas suscité d'intérêt (Meziane, 1991). En 1856 elle été cultivée par les colons français pour leur usage .C'est au cours de la dernière grande famine des années 1930/1940 que cette culture est devenue plus cultivée (Akli et Berbar, 2008).

2. Position taxonomique

Selon Quezel et Santa (1963), la pomme de terre *S.tuberosum* L. appartient à la famille des Solanacées et au genre *Solanum*, qui comprend 1000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Hawkes, 1990 ; Doré et *al.*, 2006). Autrefois la pomme de terre était considérée comme issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*. Dès 1929, les botanistes avaient montré que cette origine était plus complexe et que des plantes sauvages se retrouvaient parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées (Rousselle et *al.*, 1992 ; Doré et *al.*, 2006).

❖ Selon la classification de Diels (1980), la pomme de terre appartient à :

Règne Végétal
 Embranchement Phanérogames.
 Sous-embranchement Angiospermes.
 Classe Dicotylédones.
 Famille Solanacées.
 Genre *Solanum*.
 Espèce *Solanum tuberosum* L.

3. Origine génétique

Les différentes pommes de terre cultivées, toutes inscrites dans la série Tuberosa (avec d'autres espèces sauvages) sont originaires d'Amérique du sud. Le nombre de chromosomes de base est 12 et l'on trouve des espèces allant des diploïdes ($2n=24$), jusqu'à des pentaploïdes ($2n=60$), notre pomme de terre est tétraploïde ($2n= 48$) (Rousselle et *al.*, 1996).

4. Variétés

Toutes les variétés de pomme de terre cultivées dans le monde appartiennent à la même espèce botanique *S.tuberosum*, cependant il est à noter l'existence de milliers de variétés (Anonyme, 2008).

Les variétés de pomme de terre sont innombrables, certains en comptent plus de 3000 variétés mais d'autre affirment en avoir dénombrer 5000 (Pelt, 1993). Quelques espèces sont présentées dans le tableau N°1.

Tableau 1 : Quelques variétés de pomme de terre et leurs caractéristiques (Hans et *al.*, 2011).

Variétés	Caractéristiques
Monalisa	Peau jaune à rendement bon à moyen
Arinda	Peau jaune a rendement très élevée
Spunta	Peau jaune à gros tubercules
Nicola	Peau jaune à rendement très élevée
Désirée	Peau rouge, chaire jaune
Mondial	Variété à peau lisse
Annabelle	Peau jaune
Victoria	Forme allongée avec une peau jaune, et rendement bon
Anaïs	Peau jaune, a rendement élevée
Diamant	Peau jaune, a rendement bon à moyenne
Fabula	Peau jaune, a rendement élevée

5. Description botanique et morphologique

Selon Chibane (1999), les différentes espèces et variétés de pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes (Figure 1). C'est pour cela qu'il est important de bien connaître les différentes parties de la plantes.

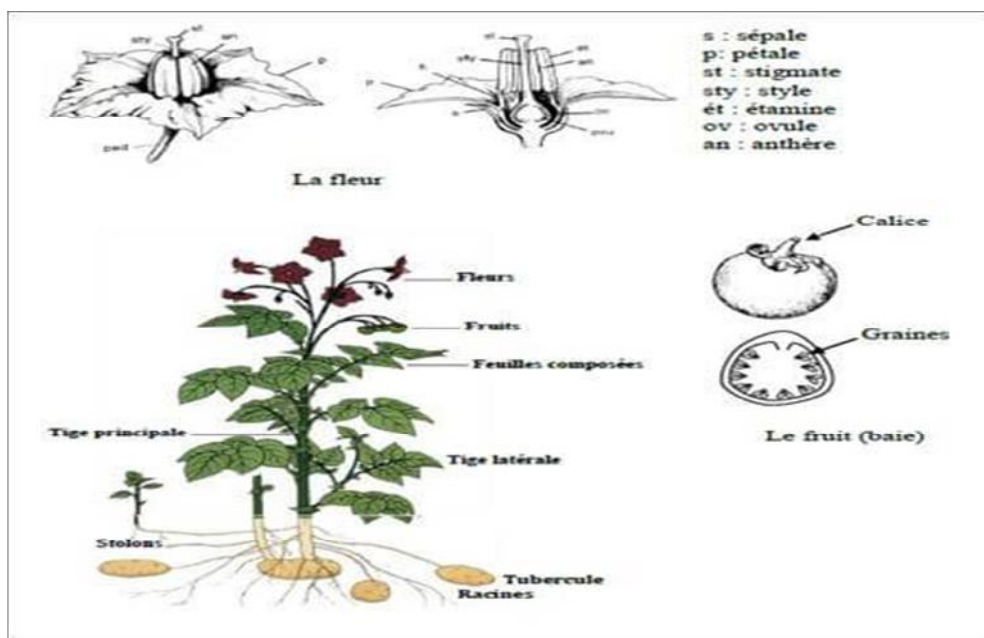


Figure1 : Morphologie de la plante de la pomme de terre (Oswaldo, 2010).

5.1. Système aérien

Selon Soltner (1979), le système aérien de la pomme de terre est annuel et peut être décrit comme suit :

- Les tiges sont aériennes, au nombre de 2 à 10, parfois plus, et ont un port plus au mois dressé et une section irrégulière.
- Les feuilles composées qu'elles portent permettent, par leurs différences d'aspect et de coloration de caractériser les variétés.
- Les fleurs, dont la couleur et le nombre caractérisent les variétés sont généralement autogames, mais souvent stériles.
- Les fruits ou baies qu'elles produisent contiennent des graines dont l'intérêt est nul en culture.

5.2. Système souterrain

L'appareil souterrain de la pomme de terre comprend le tubercule mère desséché, les stolons (tiges souterraines) portant éventuellement des tubercules fils dans leur région subapicale ainsi que des racines adventives (Rousselle et *al.*, 1996).

5.2.1. Racines

La pomme de terre forme des racines à partir des nœuds situés sur la partie basse de la tige, ces derniers servent à l'absorption de l'eau et des nutriments pour la plante. Les racines connaissent une croissance rapide depuis les premiers stades de développement jusqu'au moment où commence la formation des tubercules (Nyabyenda, 2005).

5.2.2. Tubercules

Selon Rousselle et *al.*(1996), les tubercules de *S.tuberosum* L sont des tiges modifiées et ils représentent l'organe principal de réserve de la plante. Il est à distinguer deux extrémités, dont l'apicale du tubercule ou couronne, où se trouve le bourgeon terminal ou apical ; tandis qu'à l'opposé, du côté proximal, se trouve le point d'attache du stolon l'ombilic. Dans un tubercule mature, il est distingué de l'extérieur vert l'intérieur : le périoderme, le cortex ou parenchyme cortical, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire.

6. Valeur nutritionnelle

D'après Rousselle et *al.* (1996), la pomme de terre est constituée d'eau pour environ $\frac{3}{4}$ de son poids, d'une quantité relativement élevée de glucides, d'un faible taux de protides et de très peu de lipides (tableau 2). Cette richesse en eau et cette carence en lipides lui confèrent une valeur énergétique modérée, ce qui la distingue de la plupart des autres aliments amyliacés

Tableau 2 : Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100g cuites à l'eau (Anonyme, 2001).

Quantités	
Valeur énergétique	86 KCAL
Glucides	12g
Protéines	2 g
lipides	0,1g
Vitamines	
B1	0,11mg
B2	0,04mg
B3	1,2mg
B6	0,2mg
C	13mg
Minéraux	
Potassium	410mg
Magnésium	27mg
Fer	0,8mg
Manganèse	0,17mg
Cuivre	0,16mg

7. Cycle de reproduction

Il existe deux cycles de reproduction de la pomme de terre :

7.1. Cycle sexué

Le fruit est une baie sphérique ou ovoïde de 1-3 cm de diamètre, de couleur verte brun violacé jaunissant à la maturité. Il contient généralement plusieurs dizaines de graines, il peut contenir jusqu'à 200 graines (Rousselle et *al.*, 1996 ; Bernhards, 1998).

La pomme de terre est très peu reproduite par graines dans la pratique agricole, cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

7.2. Cycle végétatif

D'après Rousselle et *al.* (1996), la pomme de terre se reproduit naturellement par multiplication végétative. Le cycle végétatif est un cycle annuel en quatre phases (figure 2) :

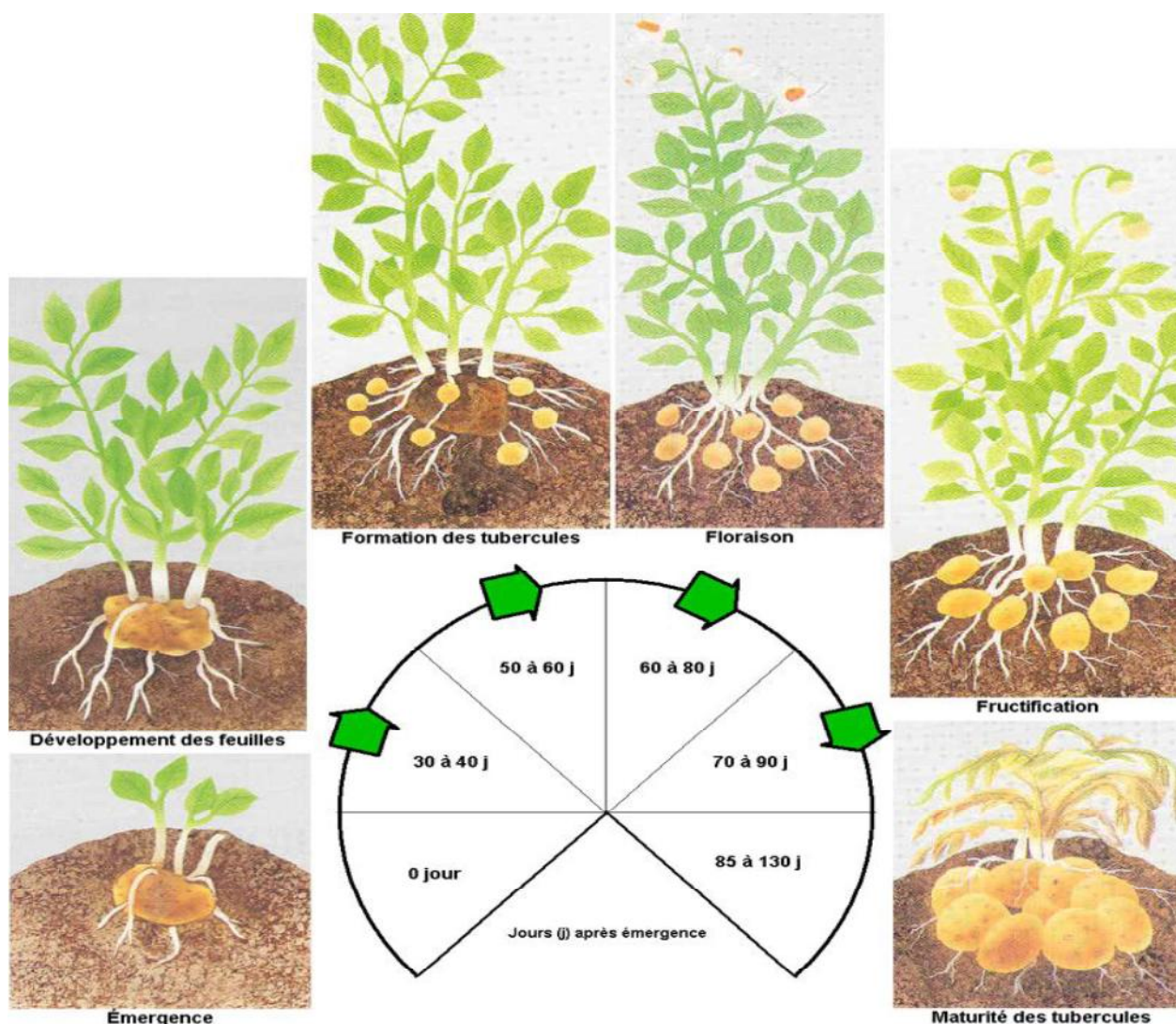


Figure2 : Cycle végétatif de la pomme de terre (Kotchi et Olivier, 2004).

7.2.1. Phase de repos végétatif (dormance)

A ce stade, le tubercule est incapable de germer même placée en condition optimales de température (18°C -20°C) et d'humidité (85%-90%). C'est la phase de dormance qui s'étend de la récolte jusqu'au début de développement des yeux (Reust, 1982).

7.2.2. Phase de germination

La phase de 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 ou parfois de les empêcher de germer à leur tour (Soltner, 1990).

7.2.3. Phase de croissance végétative

Selon Anonyme (2002), dans cette phase de croissance végétative les racines commencent leur élongation et leur ramification. La plante est sous dépendance des réserves du tubercule mère. Les germes poursuivent leur croissance au-dessus du sol en donnant des tiges feuillées. Les bourgeons de ces tiges donnent des rameaux tandis que les bourgeons souterrains produisent généralement des stolons.

7.2.4. Phase de tubérisation

D'après Bernhards (1998), ce phénomène commence d'abord par un arrêt d'élongation des stolons, après une période de croissance. La tubérisation est réalisée dès que le diamètre des ébauches est le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches des tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserves synthétisées par le feuillage. Ce grossissement ralentit puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage.

8. Exigences écologiques de la pomme de terre

La plante de la pomme de terre a des exigences spécifiques, qui sont :

8.1. Exigences climatiques

La pomme de terre est une plante vivace, rustique et annuelle, qui peut se développer dans différentes régions du globe. C'est une plante qui préfère les climats tempérés et brumeux ou elle assure les meilleures récoltes (Laumonnier, 1979).

Les facteurs les plus importants qui influencent sur le développement de la pomme de terre sont :

8.1.1. Température

La croissance et la production des tubercules de *S. tubersum* sont étroitement liées à la température et au photopériodisme. Les hautes températures stimulent la croissance des tiges, par contre les basses températures favorisent davantage la croissance des tubercules (Chibane, 1999).

Les températures optimales pour la croissance et la tubérisation sont de 20°C pendant le jour et 15°C pendant la nuit (Skiredj, 2007).

8.1.2. Lumière

La lumière influence le développement de la pomme de terre par son intensité qui conditionne l'activité photopériodique, et par son effet photopériodique qui intervient dans l'induction de la tubérisation (Anonyme, 2016).

Chibane (1999) rapporte que la croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h) une photopériode inférieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour long peut être atténué par les basses températures.

8.2. Exigences hydriques

La pomme de terre est une culture des régions tempérées qui ne supporte ni la sécheresse ni les fortes pluies (Nyabyenda, 2005).

Selon Soltner (1990), les besoins en eau de cette plante sont très importants en particulier pendant la phase de grossissement du tubercule.

Un excès en eau est nuisible pour la culture puisqu'il empêche la circulation de l'oxygène vers les parties souterraines de la plante. Un faible développement racinaire est aussi noté, et pourrissement des tubercules nouvellement formés. Ces conditions favorisent le développement des maladies fongiques tel que le mildiou (Haverkort, 1987).

8.3. Exigences édaphiques

Le pH idéal pour la culture de cette plante est compris entre 5 et 6,5. Par contre elle craint les sols très argileux, trop acides et compacts (Laumonier, 1979; Soltner, 1990).

8.3.1. Salinité du sol

La pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraichères. Cependant, un taux de salinité élevé peut bloquer l'absorption de l'eau par le système racinaire. A la concentration de 3g /l, ce sel diminue de 50% la croissance de la plante (Soufi, 2011).

8.4. Exigences en élément de fertilisation

La pomme de terre est exigeante en éléments nutritifs au point de vue organique que minéral. Certains éléments minéraux sont absorbés en grande quantité tel que : l'azote, le

phosphore, le potassium, le soufre, le calcium et le magnésium qui représentent les macroéléments. Les oligoéléments sont absorbés en petite quantité (Gravouelle, 1987).

- **L'azote** : C'est le facteur déterminant du rendement de la culture. Il favorise dans un premier temps le développement du feuillage, puis la formation et le grossissement des tubercules (Rousselle et *al.*, 1996).
- **Le phosphore** : C'est un élément essentiel parmi les composés chimiques qui sont responsables du transfert d'énergie, auquel sont liées les réactions du métabolisme de la plante (Sauyer, 1972).
- **Le potassium** : C'est l'élément majeur pour la tubérisation, il n'est pas considéré comme faisant partie des constituants chimiques de la plante. Il agit dans la formation des hydrates de carbone et dans la transformation et le transfert de l'amidon des feuilles aux tubercules (Sauyer, 1972).

9. Importance économique de la pomme de terre

9.1. Dans le monde

La pomme de terre est cultivée dans plus de 150 pays dans le monde. Elle joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial, c'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde ; elle vient en quatrième position après le blé, le riz et le maïs qui constituent la base de l'alimentation humaine (FAOSTAT, 2015).

En 2015, trois grands pays sont en tête de liste pour la production mondiale de pomme de terre : la Chine, l'Inde et quelques pays européens. Pour la saison 2015/2016, la production des tubercules chinois atteint les 98 millions de tonnes contre 95 millions de tonnes pendant la saison 2014/2015 (Redman, 2016).

Pour l'année 2016, le NEPG a actualisé ses estimations de rendement brut à 24,5 millions de tonnes sur les cinq pays majeurs : Belgique, Allemagne, France, Pays-Bas et Grande-Bretagne. Ce chiffre est en baisse de 3% par rapport à l'année dernière et de 3,6% par rapport à la moyenne sur cinq ans (Anonyme, 2017).

9.2. En Algérie

En Algérie après l'indépendance, la pomme de terre devenue un produit très important pour la consommation locale et dans le régime alimentaire. La demande en cette culture s'est alors accrue ; elle représente la première culture maraîchère du point de vue superficie et production (Chehat, 2008).

Tableau 3 : Evolution de la production nationale de pomme de terre entre 2003 et 2013 (FAOSTAT, 2015).

Années	Surface cultivée (ha)	Production(t)	Rendement(t/ha)	Semences (t)
2003	88 660	1 879 918	21.20	99 664
2004	93 144	1 896 270	20.35	106 697
2005	99 717	2 156 550	21.62	105 743
2006	98 825	2 180 961	22.06	84 893
2007	79 339	1 506 859	18.99	98 270
2008	91 841	2 171 058	23.64	112 479
2009	105 121	2 636 057	25.07	130 536
2010	121 996	3 300 312	27.05	141 136
2011	131 903	3 862 194	29.28	148 373
2012	138 666	4 219 476	30.43	148 373
2013	140 000	4 400 000	31.43	149 800

En 2013, l'Algérie a occupé la deuxième place, après l'Egypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique. La production nationale durant la dernière décennie (2003-2013) a augmenté de 1 879 918 tonnes en 2003 à 4 400 000 tonnes en 2013 pour une augmentation de la surface cultivée de 88 660 hectares en 2003 à 140 000 hectares en 2013 (FAOSTAT, 2015).

9.3. A Tizi Ouzou

Au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou, et d'après la DSA la pomme de terre occupe une place très importante dans agriculture, durant la période allant de 2011 à 2015, le taux de la production de la pomme de terre a diminué de 342225 Qx en 2011 à 176077 Qx en 2015 et elle est évaluée ensuite de 228353 Qx en 2016, elle est classée à la 28^{em} place au niveau national dans la production de la pomme de terre. Pour la superficie de la pomme de terre est évaluée de 1423 Ha en 2011 jusqu'à 1454 Ha en 2012 ensuite sa culture a diminué à 938 Ha en 2016 (Figure 3).

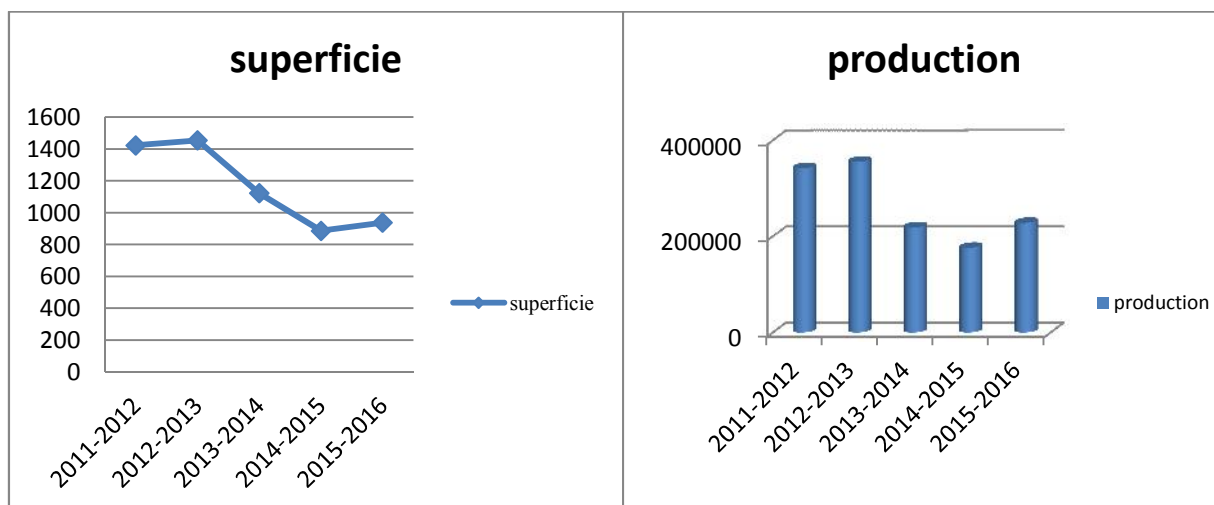


Figure3 : Production et la superficie de la pomme de terre à Tizi-Ouzou de 2011 à 2016 (DSA, 2017).

10. Maladies et ravageurs

La pomme de terre peut contracter un ensemble de maladies fongiques ou bactériennes qui affectent tout ou une partie de la plante (racines, tiges, feuilles, tubercules) pendant la phase de végétation et/ou pendant la phase de conservation des tubercules. Les maladies présentent les aspects les plus divers, allant de la nécrose isolée du système végétatif, de l'altération superficielle à la pourriture destructive des tubercules. Elles sont provoquées par des agents fongiques (le mildiou, le rhizoctone brun, la gale argentée...) et bactériens (la jambe noire, la pourriture molle...) très différents à dissémination aérienne ou tellurique (ITCF, 1998).

Ses maladies et ravageurs provoquent un affaiblissement de la plante et une mort prématurée ainsi qu'une mauvaise qualité des tubercules (Rousselle et al., 1996).

La pomme de terre est sujette aux attaques de plusieurs ravageurs qui peuvent causer des dégâts très importants, parmi ces ravageurs nous pouvons citer : Le doryphore, la noctuelle des moissons, la punaise verte des pousses, et puceron vert et rose de la pomme de terre, et parmi les plus importants la teigne de la pomme de terre qui fait objet de notre étude.

Chapitre II

Généralités sur la teigne de la pomme de terre

1. Généralités sur les lépidoptères

Les lépidoptères sont un ordre d'insectes dont la forme adulte (ou imago) est communément appelée papillon et dont la larve est une chenille. Il s'agit d'un des ordres d'insectes le plus répandu et le plus largement connu dans le monde, comprenant entre 155 100 et 174 233 espèces décrites dont près de 7 000 en Europe et 5 000 en France, réparties dans 120 familles et 46 superfamilles (Robert et *al.*, 2009)

Ils se caractérisent à l'état adulte par deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variées selon les espèces. Ils pondent des œufs qui donnent naissance à des chenilles. Ces dernières se transforment ensuite en chrysalides (s'abritant ou non dans un cocon préalablement tissé) à partir duquel émerge enfin l'imago, ou papillon. Leur cycle biologique se trouve donc composé de quatre stades distincts : œuf, chenille, chrysalide et papillon. Ce sont des insectes à métamorphose complète ou holométabole (John, 2008).

2. Teigne de la pomme de terre

La teigne de la pomme de terre (*Phthorimea operculella*) est un lépidoptère de la famille des Gelechiidae de 10 à 15 millimètres d'envergure, présent dans toutes les régions tropicales et subtropicales. Ses chenilles mineuses creusent leurs galeries dans les tiges ou le limbe des feuilles et surtout dans les tubercules, qu'elles rendent impropres à la vente et qu'elles attaquent aussi en période de stockage. Les dégâts font de cet insecte un ravageur important dans les régions chaudes notamment sur le pourtour méditerranéen (Rousselle et *al.*, 1996).

3. Position systématique

Ndiaye (1997) rappelle que la teigne de la pomme de terre occupe la position systématique suivante :

Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Lépidoptera
Sous-ordre	Dytrisia
Groupe	Tinoeidae
Famille	Gelechiidae
Genre	<i>Phthorimaea</i>
Espèce	<i>P.operculella</i> (Zeller, 1873).

4. Origine et répartition géographique

4.1. Origine

L'origine de cette espèce fut longtemps controversée car elle fut d'abord décrite par Boiduval en 1874 d'après des spécimens capturés en Algérie.

Certains auteurs lui attribuèrent comme centre de dispersion, le bassin méditerranéen car elle vivait en abondance en Espagne, Italie, Egypte, Afrique du Nord ; mais Picard (1913), qui étudia son comportement en France, pensait que sa partie d'origine était l'Amérique.

D'ailleurs, plus tard il a été reconnu que la teigne avait déjà été décrite au Texas en 1973 par Zeller. Ceci semble en effet plus probable étant donné la spécificité de l'espèce pour les solanacées et plus particulièrement pour la pomme de terre et le tabac, tous originaire de l'Amérique (Cohic, 1952).

4.2. Répartition géographique

Selon Silvain et Dupas. (2005), *P.operculella* a actuellement une répartition quasi mondiale, elle existe dans toutes régions subtropicales et tempérées (figure 4).



Figure 4 : La répartition géographique de la teigne de la pomme de terre *P.operculella* Zeller dans le monde (Kroschel et Zeggara, 2006).

5. Perte économique

5.1. Dans le monde

Dans de nombreux pays d'Amérique du sud, du nord et d'Afrique, la teigne provoque des pertes considérables sur la pomme de terre aussi bien dans les champs que dans les entrepôts. Son caractère de redoutable ravageur est signalé par Berthon (1855).

Von arx et al. (1987) soulignent qu'au Moyen- Orient et en Afrique du Nord, *P. operculella* est le ravageur le plus redoutable de la pomme de terre. Selon ces auteurs, les pertes peuvent atteindre 86% malgré l'utilisation d'insecticides. A San Ramon en Amérique du sud, Raman et al. (1987) ont enregistré sur des tubercules de pomme de terre plus de 90% d'infestation après quatre mois de stockage.

Des études menées par le laboratoire d'Entomologie du C.D.H. en 1992 à Dakar sur des stocks de pomme de terre de producteurs montrent que les pertes s'accroissent avec le temps et sont estimées à près de 80%.

5.2. En Algérie

La teigne de la pomme de terre est un ravageur important en Algérie en raison des dégâts qu'elle provoque sur les récoltes et dans des structures de stockage (INPV 2014).

D'après la DSA (2014), l'apparition de la teigne de la pomme de terre fait craindre une sérieuse baisse de rendement. La larve de cet insecte est considérée comme le ravageur le plus redoutable des tubercules de pomme de terre, notamment en période de stockage, d'où l'urgence, pour les agriculteurs, d'effectuer un traitement avec des produits chimiques adéquats, si les traitements ne sont pas appliqués le ravageur représente une grande menace pour les récoltes.

6. Description des états biologiques

P. operculella passe par quatre stades de développement qui sont : l'œuf, la larve, la chrysalide et l'adulte (John, 2008).

6.1. Oeuf

Selon Sefta (1998), l'œuf de *P. operculella* est ovale de 0.5mm de diamètre il est de couleur bleue laiteux nacré, lisse juste après la ponte puis devient jaune et brunit à l'approche de l'éclosion (figure 5).



Figure 5: L'œuf de la teigne de la pomme de terre *P.operculella* (Originale, 2017).

6.2. Larve

Rousselle et *al.* (1966) rapporte que durant son cycle développement, la chenille de la teigne de la pomme de terre passe par quatre stades larvaires, la larve néonatale mesure de 1 à 2mm ; elle est de couleur gris verdâtre puis acquiert avec l'âge a son complet développement elle mesure de 15 à 20mm et sorte à chaque saquèrent abdominal un petit nombre de soie et quelques point noir (figure 6).



Figure 6 : Larve de la Teigne de la pomme de terre *P.operculella* (Originale, 2017).

6.3. Nymphe

La nymphe mesure 6 à 7mm de long, de couleur jaune verdâtre et s'assombrit à l'approche de l'émergence de papillon, cette nymphe est enveloppée dans un cocon de soie de couleur blanche qui souvent est entremêlé de substance empruntées au milieu extérieur (Alvarez et *al.*, 2005).

6.4. Adulte

Selon Rousselle et *al.* (1996), l'adulte de la teigne de la pomme de terre est un petit papillon de 12 à 15 mm d'envergure qui mesure 10 à 12 mm de long. Les ailes antérieures sont tachetés de noir et terminées par de longues écailles filiformes. Les ailes postérieures sont d'un gris soyeux ; leurs extrémités se terminent en points bordées de très longues franges (figure 7)



Figure 7 : L'adulte de la teigne de la pomme de terre *P.operculella*
(Originale, 2017)

7. Dimorphisme sexuel

Il existe un dimorphisme sexuel assez marqué chez *P. operculella* et très aisément discernable à l'œil nu (Cohic ,1952). Le mâle est muni d'une touffe de soies blanchâtres ou gris clair sur l'abdomen, celle-ci recouvrant les génitales. De plus, il possède des poiles jaunes sur le bord antérieur des ailes postérieures. La femelle plus trapue, ne présente aucun de ces caractères (Rondon et *al.*, 2007).

8. Biologie de *Phthorimaea operculella*

L'accouplement commence généralement la nuit après une période assez courte de maturation qui est de 10 à 15 heures en été et de 24h en hiver (Balachowsky, 1966). L'accouplement peut se répéter plusieurs fois. La ponte commence généralement 10 à 48 heures après l'accouplement, les femelles déposent leurs œufs le plus souvent sur la face inférieure des feuilles, près de la nervure principale et sur les yeux des tubercules, comme elles peuvent le faire aussi sur les débris de végétaux et les mottes de terre.

Selon Alvarez et *al.* (2005), l'oviposition commence 2 à 4 jours après l'émergence en période chaude, une femelle peut pondre 150 à 200 œufs isolement.

D'après Siafa (1987), en conditions du laboratoire 26°C et 80% HR, la ponte moyenne enregistrée est de 57, 43 œufs. La durée de l'incubation dépend essentiellement de la température, elle est beaucoup plus rapide durant la saison chaude 4 à 5 jours en général, alors qu'en hiver elle est environ de 8 à 10 jours (Cohic, 1952).

Alvarez et *al.* (2005) indiquent que l'éclosion des œufs commence 2 jours à 6 jours après leur émission en saison chaude. A l'éclosion, la jeune larve creuse une mine, construit souvent un tunnel soyeux à l'extérieur de la feuille à partir de l'orifice d'entrée. Cette galerie peut traverser les nervures de la feuille et même la nervure principale; la larve passe généralement toute sa vie dans la mine originale. La durée du développement larvaire est variable et dépend principalement de la température. Dans la nature, elle peut se prolonger pendant deux mois en hiver (Rondon et *al.*, 2007).

En fin d'évolution, la chenille âgée quitte les tissus aériens et les tubercules ou elle se confectionne un cocon parmi les amas de détritux laissé sur le sol, sur la plante elle-même.

Le cocon se fixe aux supports. A l'intérieur, la chenille reste quelque temps inactive puis se transforme en chrysalide (Henderson et *al.*, 1999).

La durée de cycle biologique est dans la dépendance de nombreux facteurs comme température et l'hygrométrie. Dans la nature, le cycle biologique de *P.operculella* selon Alvarez et *al.* (2005) est de 2 semaines en été et d'environ 7 mois en hiver (figure 8).

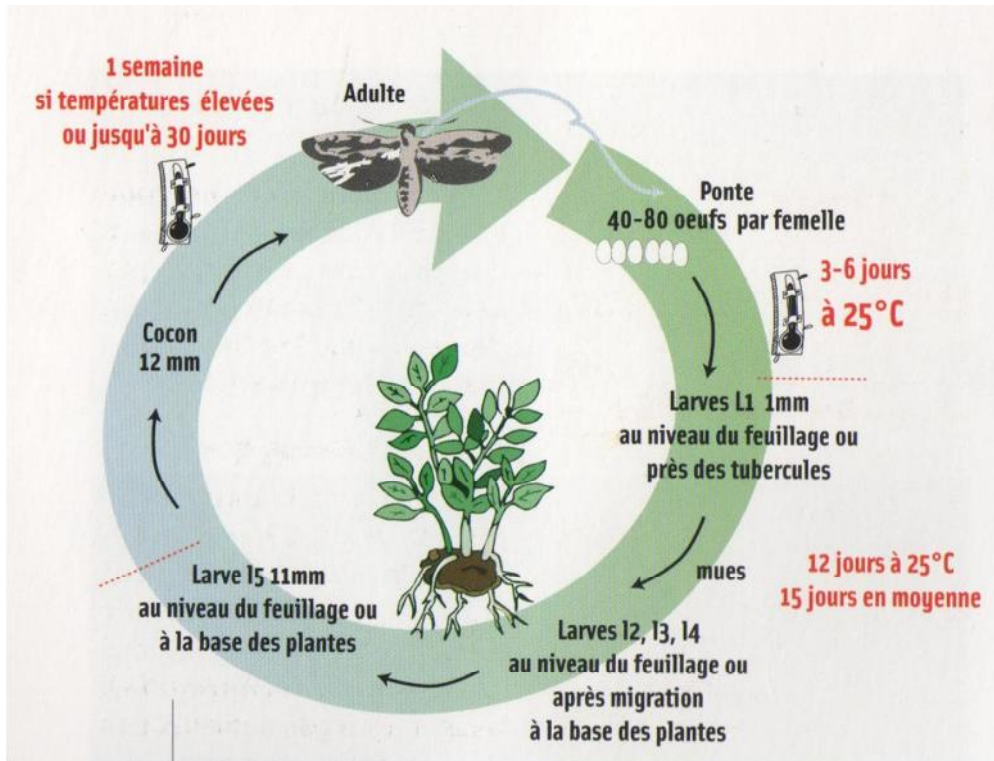


Figure 8 : Cycle de développement de la teigne de la pomme de terre *P. operculella* (Taupin, 2004).

En Algérie Picard (1913) a noté que six générations se succèdent à un mois d'intervalle en été et à 4 mois en hiver et à 2 mois en demi-saison.

9. Plantes hôtes

La teigne de la pomme de terre est un insecte inféodé aux plantes de la famille des solanacées cultivées ou sauvages, la pomme de terre et le tabac sont les plantes hôtes préférentielles de ce ravageur (Ndiaye, 1997). Selon le même auteur les différentes plantes qui peuvent être aussi attaquées par *P. operculella* sont :

- Aubergines (*Solanum melougena*).
- Morelle noire (*Solanum nigra*).
- Fausse aubergine (*Solanum turvum*).
- Piment (*Capsicum sp.*).
- Tomate (*Lycopersicum exculentum*).

D'après Chebil (1983), la teigne de la pomme de terre s'adapte aussi à la culture de la betterave sucrière appartenant à la famille des Chénopodiacées.

10. Dégâts et symptômes

Le minage des feuilles est un symptôme caractéristique de *P. operculella*. Les chenilles creusent des galeries plus au moins grande et transparentes dans les folioles et s'y nourrissent

du parenchyme. Les dégâts vont de quelques galeries à la cassure des feuilles, des tiges, et même parfois à la destruction totale de la partie aérienne en cas de forte attaque (Taupin, 2004).

Les dégâts sur les tubercules sont plus à craindre notamment quand le niveau des populations est élevé. Les chenilles accèdent aux tubercules lorsque les œufs sont déposés sur le sol ou d'une manière directe quand les tubercules se trouvent à découvert. Elles forent des galeries sinueuses et des tunnels irréguliers en profondeur ou sous la peau des tubercules. En se nourrissant, les chenilles rejettent leurs excréments noirâtres vers l'extérieur qui les rendent facilement réparables. Ces attaques provoquent une perte de la qualité des tubercules, si bien qu'ils deviennent inconsommables et inutilisables (Alvarez et al., 2005).

11. Moyens de lutte

Il existe plusieurs luttés contre la teigne de la pomme de terre en plein champ ainsi que dans les stocks :

11.1. En plein champ

11.1.1. Les pratiques culturales

Parmi les techniques culturales identifiées figurent, notamment le buttage, la date de la dernière irrigation et la date de récolte.

Von arx et al. (1987), préconisent un buttage 50 jours après la plantation pour réduire les pertes notamment dans les sols à craquelures. Un second buttage un mois avant la récolte coïncidant avec le grossissement des tubercules qui permet de réduire les infestations et contribue à la protection des tubercules.

11.1.2. Moyens biologiques

La lutte biologique consiste à l'utilisation d'agent naturel afin de limiter les populations d'insectes nuisibles ou les maintenir en dessous du seuil de nuisibilité.

D'après Raman et Booth (1986), les deux parasites de *P. operculella* vivant en Amérique de sud *Copidosoma kochleri* et *Apanteles subandinus* ont donné de bons résultats en Zambie et en Chypre.

La lutte microbiologique est une autre voie possible, par l'utilisation des souches pathogènes de virus de Granulose (badospeine) et de *Bacillus thuringiensis* spécifique à la teigne de la pomme de terre (Rousselle et al., 1996).

Selon Raman et Palacio (1982), des espèces sauvages comportaient plus de sources de résistance aux attaques des tubercules dus à une résistance antibiotique.

D'après Cohic (1952), la guêpe *Microbracon gelechiae ashmead* (*Habrobracon Johanseni* Vier) a donné de bons résultats sur les populations de *P. operculella* en France.

11.1.3. Moyen chimique

Les traitements chimiques sont indispensables pour protéger les cultures, qu'ils soient raisonnés et justifiée par un seuil de nuisibilités.

Lorsque le nombre d'adulte atteint 20 à 15 individus par piège par hectare un traitement d'insecticide doit être appliqué. Les produits chimiques recommandés sont les pyréthrénoïdes pour les tubercules destinés à la semence (Ferro et Boiteau, 1993).

Selon Ali (1993), une irrigation légère pendant les quatre dernières semaines avant l'arrachage serait le traitement efficace.

11.2. En stock

11.2.1. Mesures préventives

Selon Alvarez et *al.* (2005), parmi les mesures préventives à entreprendre dans un lieu afin d'assurer un bon entretien des locaux de stockage, il faudrait éviter de stocker les tubercules atteint par *P.operculella*. Ces derniers peuvent constituer une source de ré infestation de l'entrepôt, il faudrait éloigner les lieux de stockage des parcelles de pomme de terre, ou toutes les plantes hôtes.

11.2.2. Moyens chimiques

Lacey et Neven, (2006) note que l'utilisation d'extraits végétaux tel que ceux de *Cucurbita pepo* et *Muscudor albus* comme fumigants en stock diminuent les attaques de *P.operculella*.

L'utilisation des phéromones sexuelles peuvent réduire le niveau des populations adultes par la capture de mâles, empêchant ainsi la rencontre des sexes (Henderson et *al.*, 1999).

L'utilisation des mâles stériles est également une technique qui permet la concurrence sexuelle et de ce fait diminuer les accouplements.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé dans deux stations différentes dont la première à Oued Aissi et la deuxième à Ait Hessane, qui se trouvent au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou, dans le but d'étudier la bio écologie de la teigne *P. operculella* Zeller (1873) qui est l'un des insectes ravageurs le plus redoutables de la pomme de terre.

Pour réaliser notre étude nous avons effectué nos observations sur trois variétés de pomme de terre Fabula, Florice et Arinda.

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

La première parcelle d'étude est située dans la région d'Oued Aissi qui se trouve à l'Est de ville de Tizi-Ouzou, en terme d'altitude environ 350m. Elle est délimitée par la route nationale N°12 au sud à l'Est. Cette région est caractérisée par des conditions édapho climatique très favorables, c'est pour cette raison qu'elle présente une grande aptitude pour l'agriculture dont la culture de la pomme de terre.

La deuxième parcelle d'étude est située dans la région d'Ait Hessane (Hesnaoua), c'est un village qui est situé au sud-est de la ville de Tizi-Ouzou, et en terme d'altitude est environ de 500m et qui se trouve à l'Est du Village Bouhinoune, et à l'Ouest du village de Thala bounane. (Figure 9)



Figure 9: Situation géographique de la région Oued Aissi et Ait Hessane(Hasnaoua) Tizi Ouzou (Google earth, 2017).

1.2. Caractéristiques édaphiques

Les deux parcelles d'étude sont caractérisées par un sol de texture sablo-limoneuse, léger, à moyenne profondeur et à faible pente (Oudahmane et Haddidi, 1992).

1.3. Caractéristiques climatiques

Le climat est un facteur très important dans la dynamique des populations car par ses fluctuations journalières et saisonnières, il conditionne la répartition géographique et les activités biologiques (nutrition, accouplement, ponte, etc.) des insectes (Dajoz, 1975).

Parmi les facteurs climatiques qui affectent le plus de développement de ce ravageur nous avons la température et l'humidité (Bodenheimer, 1951 ; Harris et Olaquiaga, 1993).

1.3.1. Températures

Selon Ramade (2003), les températures jouent un rôle primordial dans la plupart des phénomènes écologiques. Sa durée au cours du cycle nyctéméral (photopériode) contrôle l'ensemble du cycle vital des espèces animales (phénomènes d'hibernation ou de diapause par exemple, mais aussi la maturation sexuelle).

Les températures pendant notre période d'étude sont présentées dans la figure suivante :

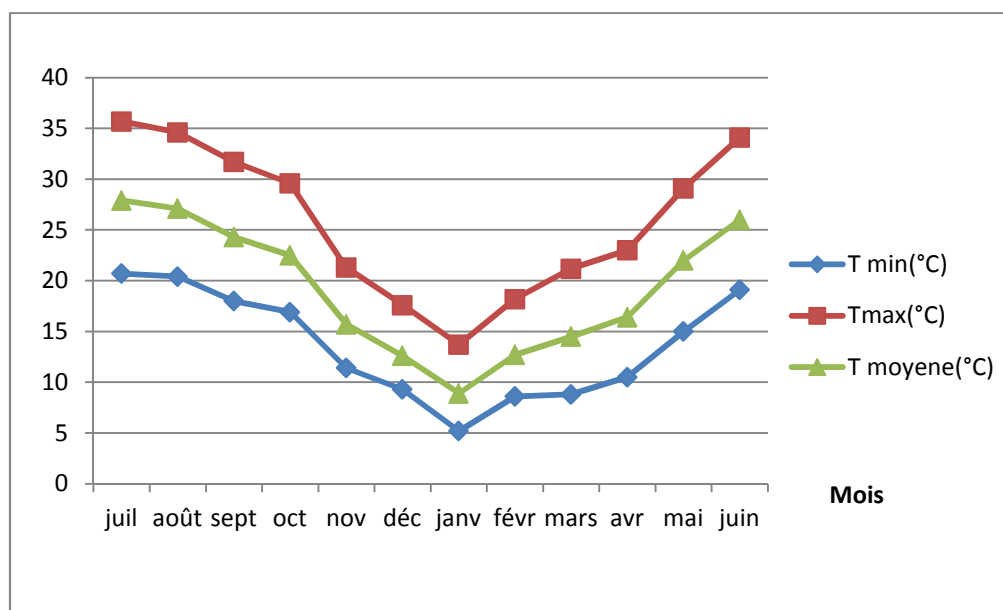


Figure 10 : Variation des températures maximales, minimales et moyennes mensuelles de juillet 2016 à juin 2017 (Office national de météorologie de Tizi Ouzou, 2017).

m : moyenne mensuelle des températures minima

M : moyenne mensuelle des températures maxima

$(M+m)/2$: Température moyenne mensuelle

La plus basse température moyenne mensuelle qui est égale à 8, 9°C est enregistrée durant le mois de Janvier 2017, alors que le mois de Juillet 2016 est le mois le plus chaud avec une valeur de 27,9°C.

1.3.2. Précipitation

Nous désignons sous le terme général de pluviométrie la quantité totale de précipitation (pluie, grêle, neige) reçue par unité de surface (Ramade, 2003).

Les précipitations mensuelles enregistrées de juillet 2016 à juin 2017 dans notre région d'étude sont mentionnées dans la figure suivante :

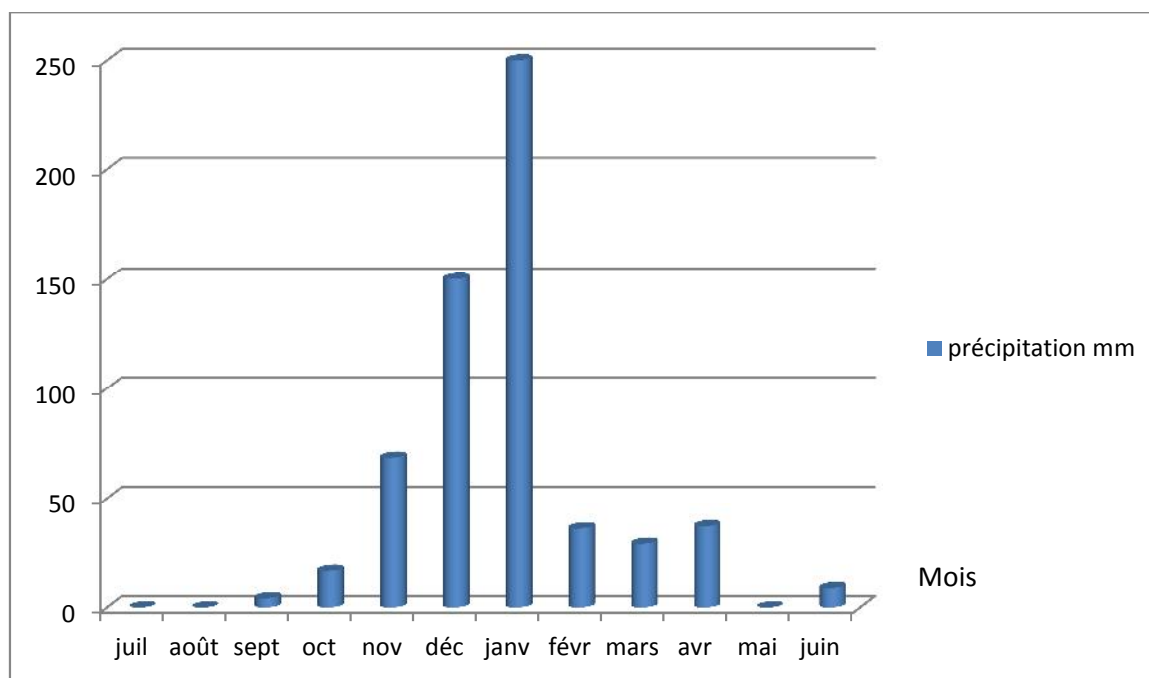


Figure 11 : Précipitations moyenne mensuelles enregistrées entre juillet 2016 à juin 2017 (Office national de la Météorologie de Tizi Ouzou, 2017).

Le mois le plus pluvieux est le mois de Janvier avec de 250mm. Les précipitations durant la période d'étude est moyenne avec de 37 mm pour le mois de Avril et de 8,8 mm pour le mois de Juin, un total de 45,8 mm est noté durant la période de culture de la pomme de terre de nos parcelles.

1.3.3. Humidité relative

L'humidité relative est un facteur très important, c'est l'état hygrométrique ou la quantité d'eau que l'air pourrait contenir, elle est exprimée en pourcentage (Dajoz, 2006).

Les taux moyen d'humidité relative enregistré durant la période d'étude est présentée dans la figure suivante :

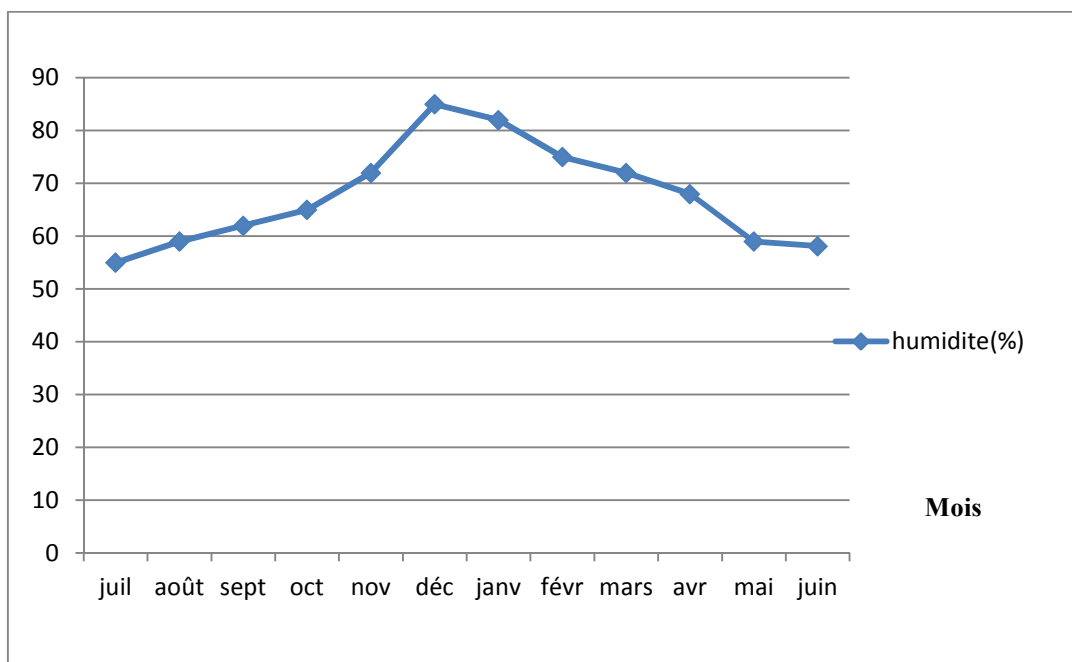


Figure 12 : Variations des moyennes mensuelles d’humidité relative enregistrées entre juillet 2016 à juin 2017(Office national de la Météorologie de Tizi Ouzou, 2017).

Le taux d’humidité relative le plus élevé est enregistré au mois de Décembre avec 85%, le taux le plus faible en humidité est enregistré au mois de Juillet avec 55%. Durant la période d’étude le taux d’humidité le plus élevé enregistré est à 68% au mois de Avril.

1.3.4. Vent

Le vent est un facteur écologique de premier ordre, il présente une action directe sur le végétal (destruction, dessèchement...etc.).

D’après Seltzer (1946), le vent est l’un des éléments les plus caractéristiques du climat par sa force. Il agit sur le degré de la température et sur la vitesse d’évaporation, il Permet la dispersion des insectes.

La vitesse de vent enregistrée dans la région d’étude durant la période de juillet 2016 à juin 2017 est notée dans la figure suivante :

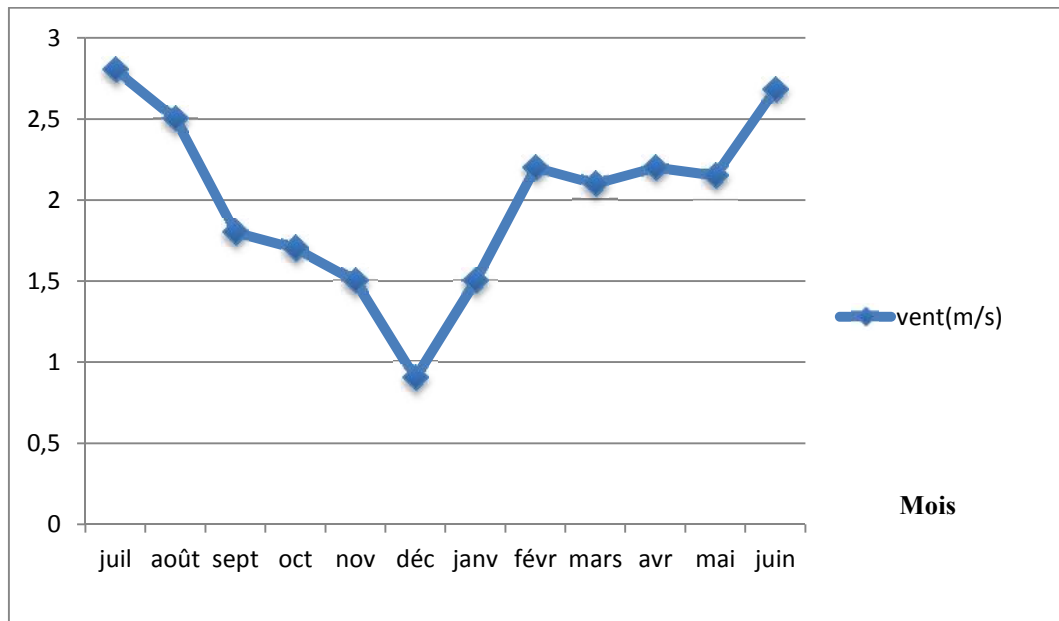


Figure 13 : Variation des moyennes mensuelles du vent enregistré entre juillet 2016 à juin 2017 (Office national de la Météorologie de Tizi Ouzou, 2017).

Durant la période d'étude le mois de Juin est caractérisé par une vitesse de vent très élevée avec une valeur de 2,68 m/s, et la vitesse la plus basse est observée durant le mois de Mai avec une valeur de 2,15m/s.

2. Entretien des parcelles

2.1. Plantation et buttage

La plantation de la pomme de terre a été réalisée le 20/02/2017 dans la parcelle de Oued Aissi et le 05/02/2017 dans la parcelle de Ait Hessane, les tubercules sont disposés en rangs.

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 nos deux vergers, le premier juste après la plantation et le deuxième un mois après.

2.2. Irrigation

Dans les deux parcelles de Oued Aissi, l'irrigation est effectuée presque chaque semaine pendant tout le cycle de la pomme de terre, à partir de mars jusqu'au mois de juin 2017, au niveau de la parcelle de Ait Hessane l'irrigation est effectuée 2 fois seulement, la première au mois Avril, la deuxième au mois de Mai 2017.

2.3. Traitement phytosanitaire

Le cycle biologique de la pomme de terre peut se trouver profondément perturbé, d'une part sous l'action pathogène de certains organismes vivants et d'autre part sous l'effet défavorable d'agents extérieurs (Facteurs climatiques). C'est une culture très sensible à certains ravageurs et maladies en particulier le mildiou et la teigne de la pomme de terre, c'est pour cela que certains traitements chimiques sont réalisés pour les deux stations d'étude afin de limiter le développement de certains ravageurs et maladies.

Les principaux traitements effectués par les propriétaires dans les deux stations sont résumés dans le tableau 4 et Tableau 5 ci-

Tableau 4 : produits phytosanitaires utilisés dans la parcelle de la station Oued Aissi.

Date	Produits utilisés	Ravageur et/ou maladies
20 /04/2017	Métribuzine	Désherbage
15/05/2017	Coprosate+insecticide+vitamine	Mildiou
24/05/2017	Miloudi	Mildiou

Tableau 5: produits phytosanitaires utilisés dans la parcelle de la station Ait Hessane.

Date	Produits utilisés	Ravageurs et/ou maladies
27/03/2017	Chlorothalonil	Mildiou
11/04/2017	Coprosate	Mildiou

3. Technique d'étude

Notre étude porte sur *P.operculella* communément appelé la teigne de la pomme de terre. L'étude bioécologique de cet insecte a été réalisée sur trois variétés de pomme de terre : la Fabula et Arinda au niveau de la station Oued Aissi, et sur la variété Florice au niveau de la station d'Ait Hessane (Tizi-Ouzou), et ce dans le but de comparer l'état des cultures par rapport aux dégâts de la teigne et d'en estimer les taux d'attaque.

3.1 Matériel végétal

3.1.1 Station de Oued Aissi

Au cours de notre travail au niveau de la station de Oued Aissi la parcelle est scindée en deux(2) blocs hétérogènes, le premier bloc a été semée une variété Fabula et le deuxième bloc a été semée de la variété Arinda de la distance entre les deux blocs est d'environ de 350 m. (Figure14).

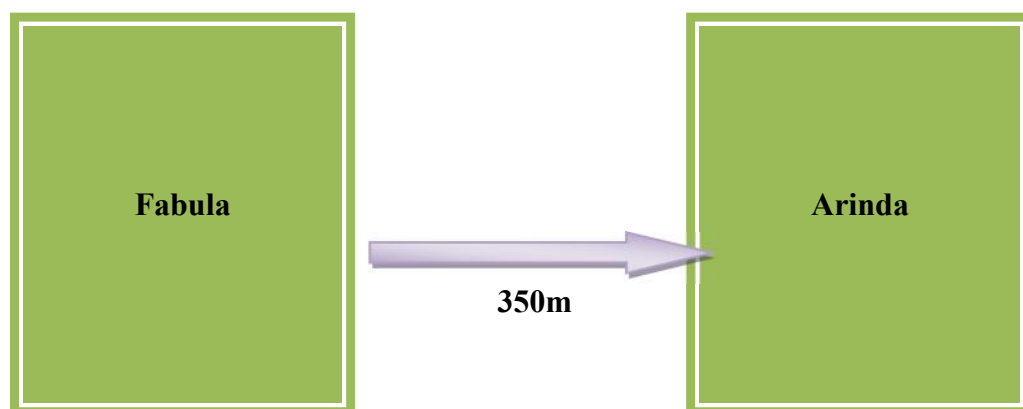


Figure 14: Schéma du dispositif expérimental dans la station de Oued Aissi.

3.1.1.1 Caractéristique de la variété Fabula

Fabula est une Variété à maturité mi- précoce à mi-tardive, avec un rendement élevé à très élevé, avec une très bonne couverture de feuillage, et des tubercules très gros. La grosseur uniforme des tubercules bonne et résistants aux blessures internes (Hans et *al.*, 2011).



Figure 15 : Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Fabula (Originale, 2017).

Les caractères descriptifs de cette variété sont résumés dans ce tableau ci-dessous.

Tableau 6: Caractéristiques morphologiques de la variété de fabula (Hans et *al.*, 2011).

Caractères morphologiques	Fabula
Tubercule	ovales; peau jaune pâle et lisse; yeux mi-profonds, peu nombreux, surtout apicaux; arcades légèrement proéminentes; chair jaune pâle
Germe	sphériques, très faible coloration pourpre et faible pubescence à la base; apex fermé ayant une faible pigmentation pourpre et une pubescence moyenne.
Plante	petits à moyens; semi-dressés; tiges très ramifiées, faiblement pigmentées; ailes proéminentes, simples et ondulées; nœuds très légèrement enflés
Feuille	olive; semi-ouvertes; nervures médianes faiblement pigmentées; pétioles peu à moyennement pigmentés
Floraison	Folioles primaires : cinq paires; étroitement ovées; sommet pointu; base cordée et asymétrique. Folioles secondaires et tertiaires : nombreuses
Fleur	grande corolle rouge-violet avec des pointes blanches, étoile proéminente; anthères oranges; bourgeons non pigmentés; pédoncules légèrement pigmentés; aucune production de baie

3.1.1.2 Caractéristiques de la variété Arinda

Arinda c'est une variété à maturité de mi-précoce, dormance, longue, avec un rendement très élevé, et un calibrage très uniforme à uniforme, sensible au mildiou du feuillage, assez sensible au mildiou du tubercule (Figure 16).



Figure 16: Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Arinda (Originale, 2017).

Les caractéristiques morphologiques de la variété Arinda sont aussi résumées dans ce tableau ci-dessous.

Tableau 7: Les caractéristiques morphologiques de la variété Arinda (Hans et al., 2011).

Caractères morphologiques	Arinda
Germe	Grand cylindrique et gros, coloration anthocyanique faible à très faible et forte pubescence de la base, bourgeon terminal grand à moyen et coloration anthocyanique absente ou très faible, radicelles abondantes.
Tubercule	Ovale à allongée ; peau jaune, lisse à assez lisse ; clair jaune pâle ; yeux superficiels.
Plante	Taille haute, structure feuillage du type intermédiaire, tiges port semi-dressé, faible coloration anthocyanique ; feuille très grande à grande, vertes à vert clair.
Feuillage	Bon à assez bon
Floraison	Très abondante à abondante, coloration abondante à abondante sur la face inférieure de la corolle de la fleur.

3.1.2 Station d'Ait Hessane (Tizi-Ouzou)

Notre champ d'étude au niveau d'Ait Hessane est d'une surface totale de 2 ha dans laquelle nous avons travaillé sur une parcelle d'une superficie de 100m². Elle est limitée par d'autres parcelles d'oignon et d'ail.

3.1.2.1 Caractéristiques de la variété Florice

Florice est une variété cultivée dans le monde, essentiellement destinée à la consommation à maturité précoce à demi-précoce, très productive, très sensible aux certaines maladies et virus, et a faible à très faible teneur en eau. Les tubercules sont allongés et gros, les fleurs violet clair et blancs (figure 17).



Figure 17: Tubercule et fleurs de pomme de terre de la variété Florice (Originale, 2017).

Les caractéristiques de la variété de Florice sont aussi résumées dans ce tableau ci-dessous

Tableau 7 : caractéristiques morphologiques de la variété Florice (Anonyme, 2015)

Caractères morphologiques	Florice
Tubercule	Oblong, yeux profonds à moyennement enfoncés, peau jaune, chair jaune pale.
Germe	Violet-bleu, conique, pilosité faible
Plante	Taille moyenne, port demi dressé à étalé, type intermédiaire
Tige	Pigmentation nulle ou très faible à faible
Feuille	Vert moyen, semi-brillante à brillante, fermée à semi –fermée ; foliole grande, largeur moyenne à grande
Floraison	Moyennement abondante à abondante
Fleur	Violet-bleu, bouton floral moyennement pigmenté
Fructification	Rare à moyennement fréquente

4. Méthodes d'échantillonnage

4.1-Pièges à phéromone

Ce sont des pièges très utiles pour le piégeage des papillons de petite ou moyenne taille et particulièrement recommandés pour la mise en place de la protection raisonnée ou intégrée en cultures. Les pièges à phéromone sont utilisés pour la détection et la capture d'insectes ravageurs des plantes par attraction à distance des papillons mâles grâce à la capsule de phéromone spécifique de l'espèce à piéger, puis capture sur la plaque engluée, ils permettent d'éviter leur accouplement avec les femelles aussi permet la détermination de la période d'activité des ravageurs, et l'évaluation du risque de nuisibilité en vue d'une éventuelle intervention adaptée. Les phéromones sont des substances chimiques spécifiques secrétées par un être vivant dans le but d'attraction sexuelle.

Au cours de notre étude, le piège à phéromone (figure 18) est positionné sur un support à une hauteur d'environ 60 cm du sol. Les capsules plaquettes de phéromones sont renouvelées à un intervalle de trois (03) semaines durant une période de trois (03) mois dans chaque variété.



Figure 18 : Piège Delta à phéromone spécifique à la teigne de la pomme de terre (*P.operculella*) (originale, 2017).

A : Piège Delta ;

B : Diffuseur de phéromone ;

C : Plaque engluée avec insectes capturés.

4.2 Prélèvement des feuilles

Durant toute la période expérimentale de Avril à Juin 2017, des prélèvements des feuilles de la pomme de terre sont réalisés chaque semaine, quatre cent cinquante (450) feuilles sont prélevées chaque sortie sur les trois parcelles d'une moyenne de cent cinquante (150) pour chaque parcelle, 50 feuilles sont prélevées au niveau de trois étage (inférieur, moyen et

supérieur) ensuite les feuilles sont mise à l'intérieure des sachets en plastique étiquetés avec une date et le nom de variété

4.3 Prélèvement des insectes

Sur le terrain, nous avons effectués un prélèvement chaque semaine durant la période allant de Avril à Juin 2017, le premier prélèvement effectué le 12 /04/2017 et le dernier 21/06/2017 d'un ensemble de (11) prélèvements. Les adultes mâles de *P. operculella* collés sur la plaque de piège à phéromone sont récoltés dans les boites en plastiques à l'aide d'une pince, ensuite sont ramenées au laboratoire pour les dénombrer

4.4 Au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons sont observés sous une loupe binoculaire pour déterminer les œufs et les larves présents au niveau des faces supérieures et inférieures des feuilles. La totalité des feuilles qui ont été observé sous la loupe binoculaire afin de dénombrer les œufs et les larves de la teigne de la pomme de terre sur les deux faces foliaires inférieur et supérieur.

5. Traitement des données

5.1. Calcul de nombre moyen des larves ou œufs par feuille

Le nombre moyen de larve ou œuf par feuille est le rapport de nombre de larve ou l'œuf observé par feuille sur le nombre totale de feuilles échantillonnés.

$$NM = n/Nf$$

NM : Le nombre moyen de larve ou d'œuf par feuille.

n : Nombre de larve ou œuf par feuille.

Nf : Nombre totales des feuilles échantillonnés.

5.2. Analyse statistique

Pour le traitement des résultats, nous avons utilisé l'analyse de la variance effectuée avec le logiciel STAT BOX, version 6,3 .Si la probabilité (P) est :

Si $P > 0.05$, il y'a pas de différence significative.

Si $0.01 < P, < 0.05$, il ya une différence significative.

Si $0.001 < P, < 0.01$, il ya une différence hautement significative.

Si $P < 0.001$, il ya une différence très hautement significative.

Lorsque l'analyse de la variance montre de la différence significative, elle est complétée par le test de Newman et Keuls qui détermine les groupes homogènes.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Variété Florice

1.1.1. Evolution temporelle du nombre d'adulte capturés

Le nombre d'adultes capturés par les pièges à phéromone pendant le période expérimentale dans la parcelle d'étude Ait Hessane est représenté sur la figure suivante :

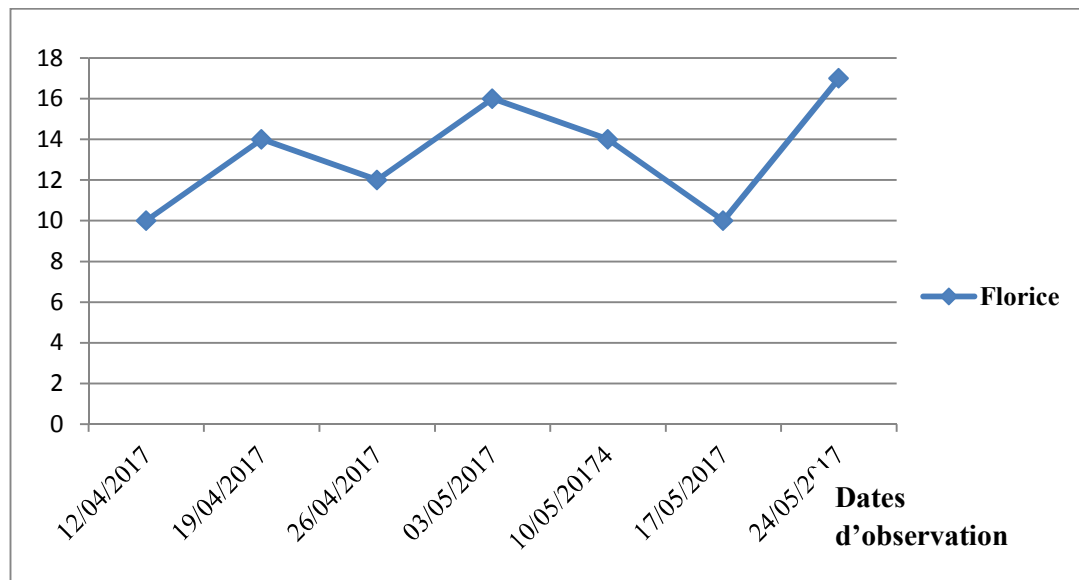


Figure 19 : Evolution temporelle du nombre d'adulte mâle capturés par le piège à phéromone sur la variété Florice.

Durant la première semaine d'étude, nous avons noté une présence de 10 adultes mâles. Au cours des autres semaines qui suivirent le nombre d'adultes capturés a subi des fluctuations. Un pic de 17 individus est enregistré durant la dernière semaine de la période d'observation.

1.1.2. Evolution temporelle du nombre d'œuf pondus par les femelles de *P. operculella* sur les feuilles

Le nombre d'œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre dans la parcelle de la variété Florice pendant la période d'étude est notée dans la figure suivant :

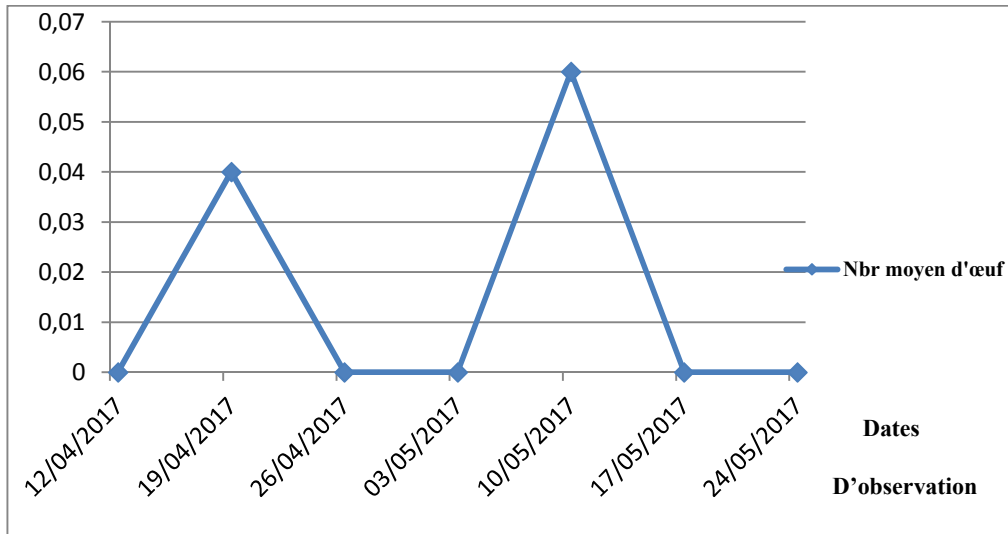


Figure 20 : Evolution temporelle du nombre des œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Florice.

Le 1^{er}prélèvement nous avons noté une absence totale d’œufs de *P. operculella*. Une augmentation du nombre d’œufs est notée avec une moyenne de 0.04 œufs /feuille à la 2^{ème} semaine d’observation. Au cours de deux dernières semaines nous avons enregistré l’absence totale des œufs sur les feuilles de la variété Florice. Un pic plus important d’une moyenne de 0.06 œufs/feuilles est enregistré durant la cinquième semaine d’observation, deux générations sont observées sur cette variété.

1.1.3. Evolution temporelle du nombre d’œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des étages foliaires

L’évolution temporelle du nombre moyen d’œuf pondus par les femelles *P.operculella* en fonction des étages foliaires sur la variété Florice est indiquée dans la figure suivante :

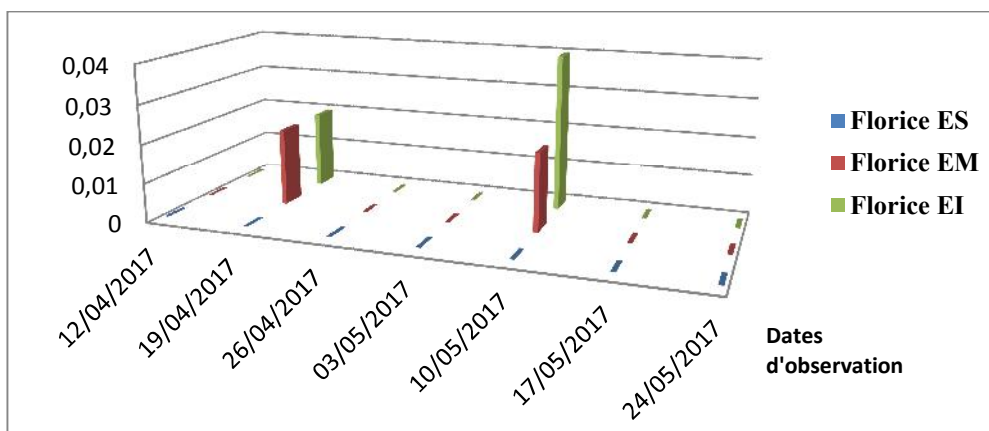


Figure 21 : Distribution de nombre moyen d’œufs en fonction des étages foliaires chez Florice.

Chez la variété Florice, la femelle de *P. operculella* a une préférence de ponte d'œufs sur les deux étages (inférieur et moyen) durant toute la période d'étude. Au cours de la 5^{ème} semaine, nous avons observé sur l'étage inférieur un nombre moyen d'œufs avec une valeur de 0.04 œufs/feuille. Nous remarquons l'absence totale des œufs sur l'étage supérieure durant toute la période d'étude.

1.1.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles

La figure suivante présente l'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des faces foliaires

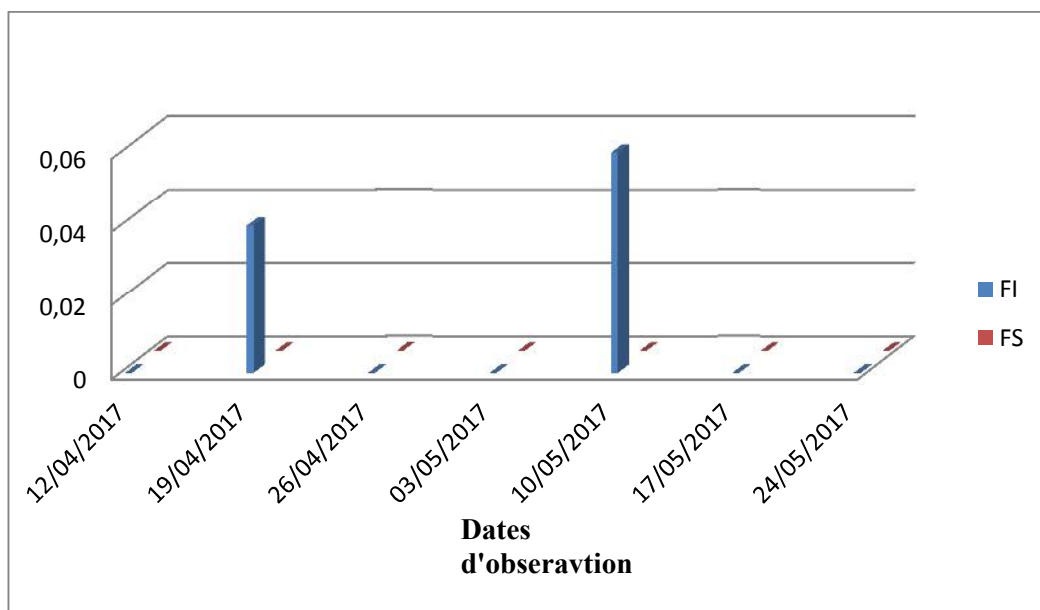


Figure 22 : Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Florice

A partir de la figure 23, la femelle de *P. operculella* a une préférence ponte d'œufs sur la face inférieure des feuilles, un pic de 0.06 œufs est enregistré durant la 5^{ème} semaine d'observation. Nous remarquons que le nombre moyen d'œufs pondus par la femelle de *P. operculella* sur la face supérieure est nul durant toute la période d'étude.

1.1.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles

La figure suivante illustre le nombre moyen de larves observés après l'analyse des feuilles de la variété Florice.

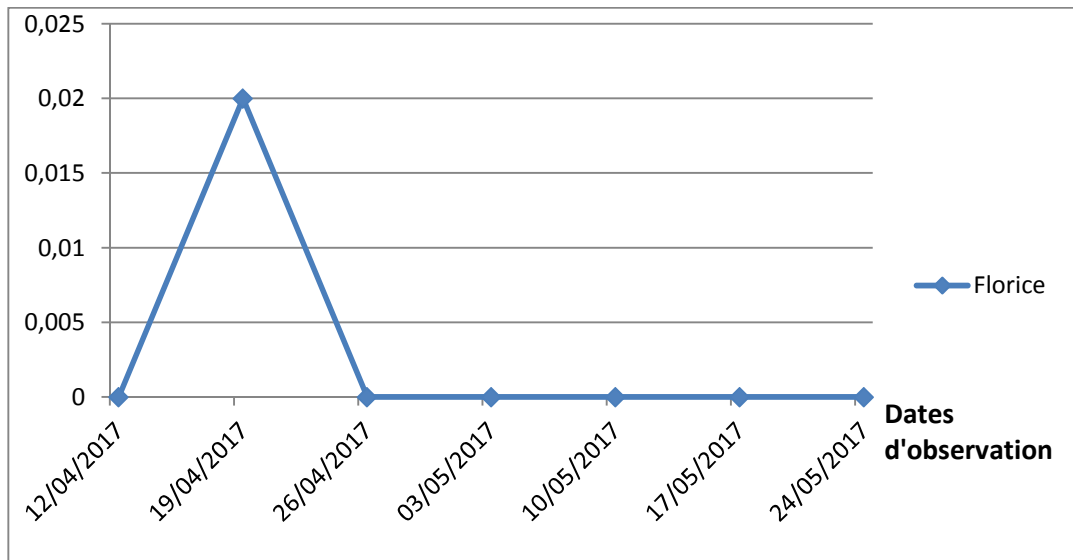


Figure 23 : Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentés sur les feuilles de la variété Florice

Florice, nombre moyen des larves est nul durant toute la période d'étude sauf la 2^{ème} semaine, ou les larves font leur apparition avec un très faible effectif ou nous avons enregistré une valeur de 0.02 larves/ feuille.

1.1.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles on fonction des étages foliaires

La figure 24 correspond à l'évolution temporelle du nombre moyen de larves présentés sur les feuilles en fonction des étages.

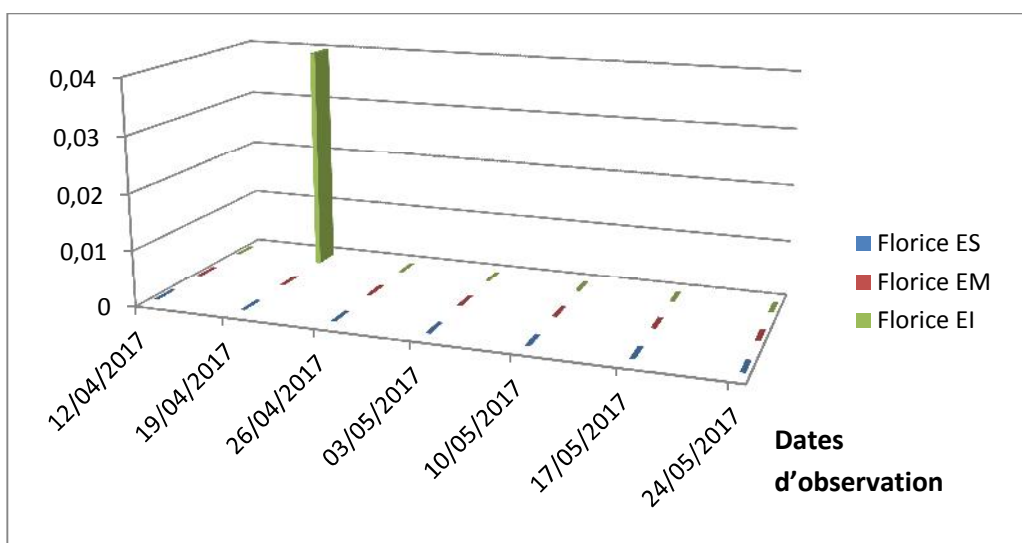


Figure 24 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Florice.

Durant toute la période d'étude, le nombre moyen de larves est nul sur tous les étages des feuilles de cette variété sauf au cours de la 2^{ème} semaine ou nous avons enregistré sur l'étage inférieur une valeur maximale de 0.04 larves/feuille, ce qui suit l'évolution temporelle des œufs.

1.1.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de *P. operculella* présentes en fonction des faces inférieure et supérieure des feuilles.

L'évolution temporelle du nombre moyen de larves développés sur les faces inférieure et supérieures des feuilles de la variété Florice est illustré dans la figure suivante.

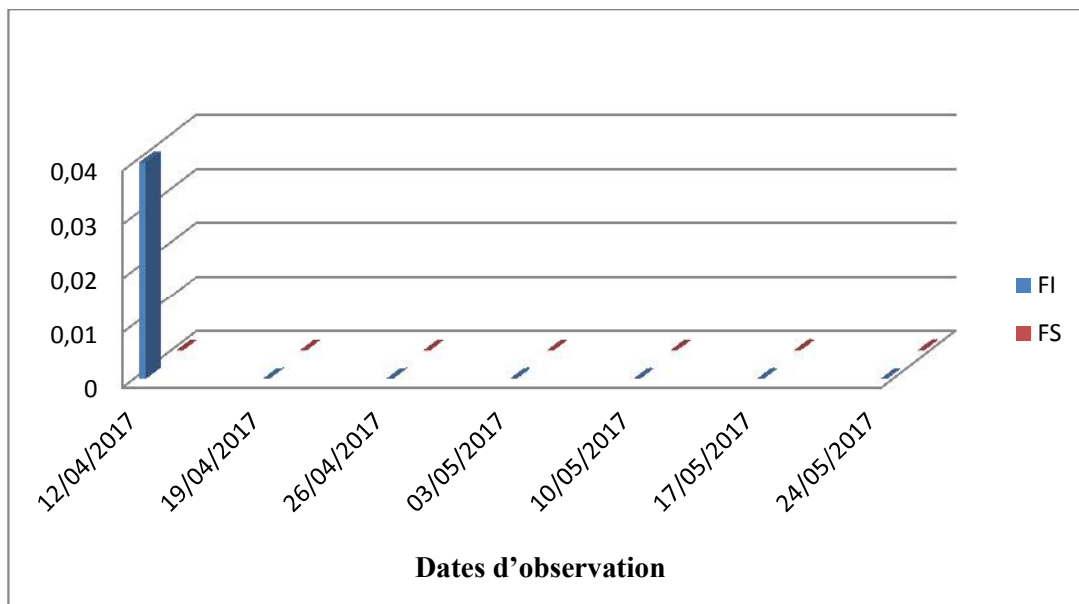


Figure 25 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Florice.

La 1^{ère} semaine est marquée par une valeur moyenne des larves de 0.04 larves/feuille sur la face inférieure des feuilles. Au-delà, au cours de toutes les semaines qui a suivirent jusqu'à la fin d'étude, nous avons enregistré nombre moyen des larves nul sur les deux faces foliaires (inférieure et supérieure).

1.2. Variété Arinda

1.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adulte capturés

Le nombre d'adultes capturés par le piège à phéromone pendant la période expérimentale dans la parcelle d'étude d'Oued Aissi est représenté sur la figure suivante :

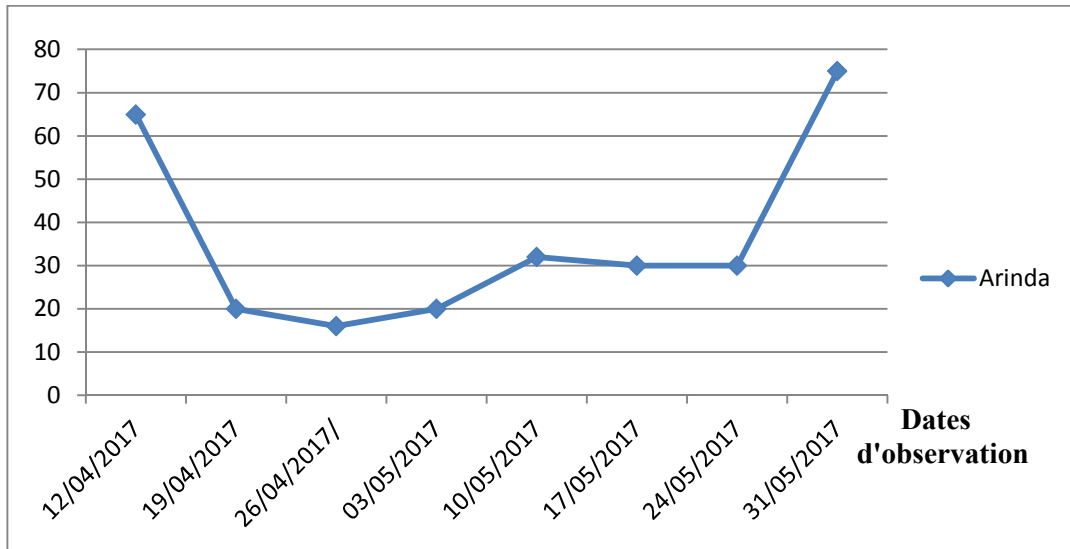


Figure 26: Evolution temporelle de nombre d’adulte mâles capturés par le piège à phéromone sur la variété Arinda

Chez la variété Arinda, dès la mise en place du piège nous avons le nombre de 65 individus mâles de *P.operculella*. Au cours des autres semaines qui suivirent le nombre, a subi des fluctuations, jusqu'à la dernière semaine, ou le nombre d'adulte dénombré est de 75 individus,

1.2.2. Evolution temporelle du nombre d’œuf pondus par les femelles de *Phthorimaea operculella* sur les feuilles

Le nombre d’œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre dans la parcelle de la variété Arinda pendant la période d’étude est notée sur la figure suivante.

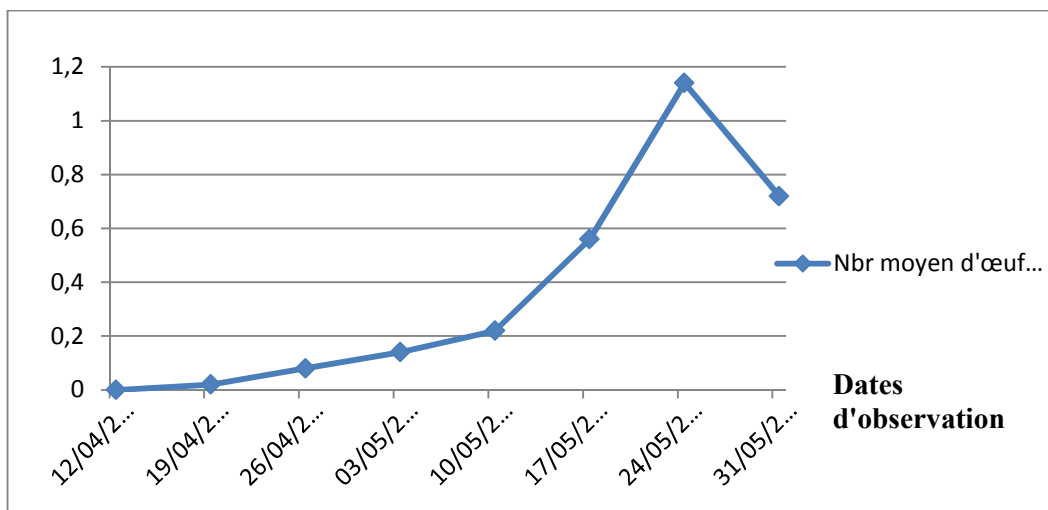


Figure 27: Evolution temporelle du nombre des œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Arinda.

Dans les premiers prélèvements nous avons enregistré des effectifs très faibles du nombre d'œufs pondus sur la variété Arinda. Dès la quatrième semaine d'observation nous avons enregistré une augmentation remarquable, ou nous avons compté 0,14 œufs / feuille allant jusqu'à 1,14 œufs /feuille à la 7^{ème} semaine de l'étude, suivi d'une chute de 0,72 œufs / feuille au cours de la dernière semaine d'échantillonnage.

1.2.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des étages foliaires

L'évolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles *P.operculella* en fonction des étages foliaires sur la variété Arinda est indiquée dans la figure suivante :

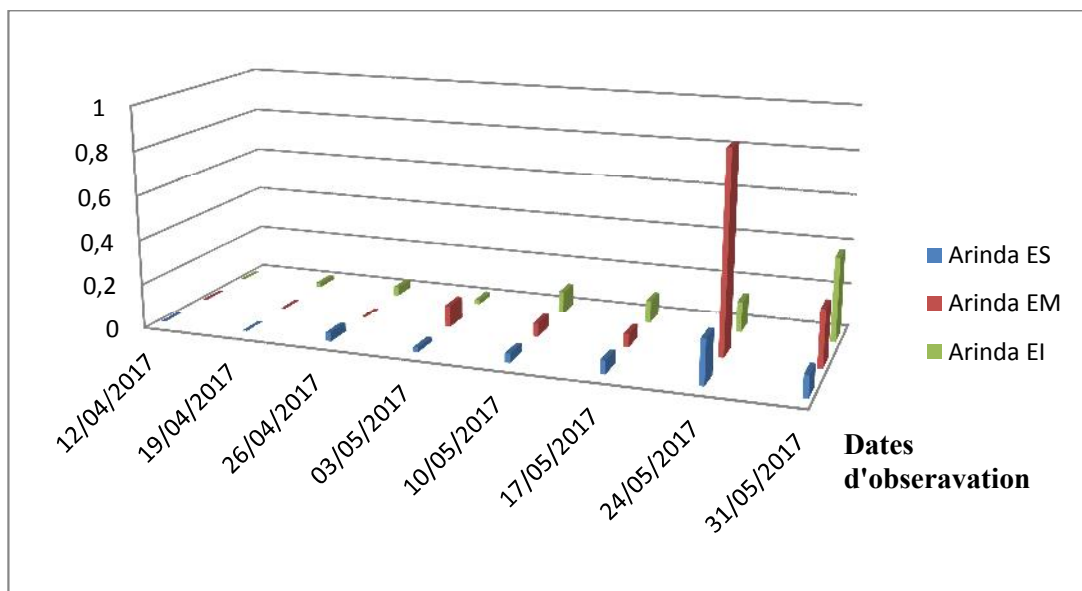


Figure 28: Distribution de nombre moyen d'œufs en fonction des étages foliaires chez Arinda

Sur la variété Arinda, durant les premières semaines nous n'avons enregistré aucun œuf pondu. Cependant, nous avons remarqué les femelles de *P.operculella* ont une préférence pour pondre leurs œufs sur l'étage inférieur durant toute la période d'étude. Un pic est observé la dernière semaine sur cet étage à une valeur de 0,38 œufs /feuille, avec des fluctuations du nombre d'œufs entre les deux étages moyen et supérieur à l'exception de l'avant dernière semaine ou l'étage moyen c'est distingué avec une valeur de 0,9 œufs /feuille suivi de l'étage supérieur.

1.2.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de la variété Arinda

La figure suivante présente l'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des faces foliaires :

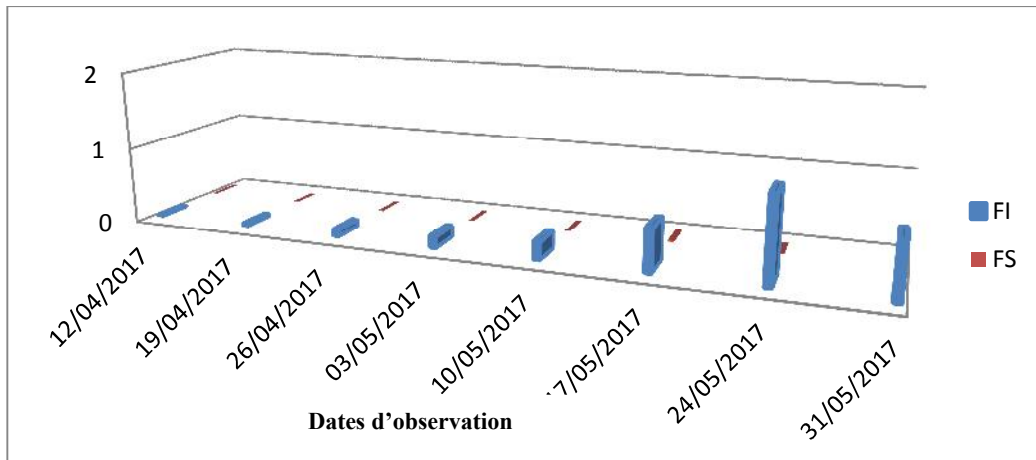


Figure 29 : Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Arinda

A partir de la figure suivante nous remarquons que la femelle de *P. operculella* montre une préférence de ponte sur la face inférieure des feuilles de pomme de terre Arinda durant toute la période expérimentale, à l'exception de la 6^{ème} semaine, où les femelles ont pondus leurs œufs avec une moyenne de 0.54 œufs/feuille sur la face inférieure et de 0.02 œufs/feuille sur la face supérieure des feuilles.

1.2.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles

La figure suivante illustre le nombre moyen de larves observées les feuilles de la variété Arinda.

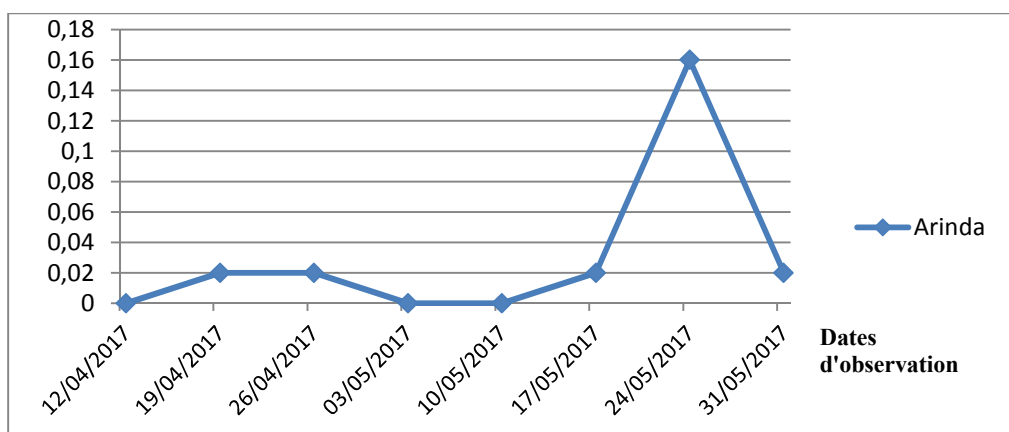


Figure 30 : Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Arinda

A la première semaine le nombre de larves observées est nul. Dès la deuxième semaine nous avons noté des évolutions du nombre moyen de larves, suivi de fluctuations plus au moins variable, jusqu'à la 6^{ème} semaine ou nous avons enregistré un pic de 0,16 larves/ feuille, suivi d'une chute de 0,02 larves / feuille à la dernière semaine.

1.2.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Arinda on fonction des étages foliaires.

La figure correspond à l'évolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles en fonction des étages.

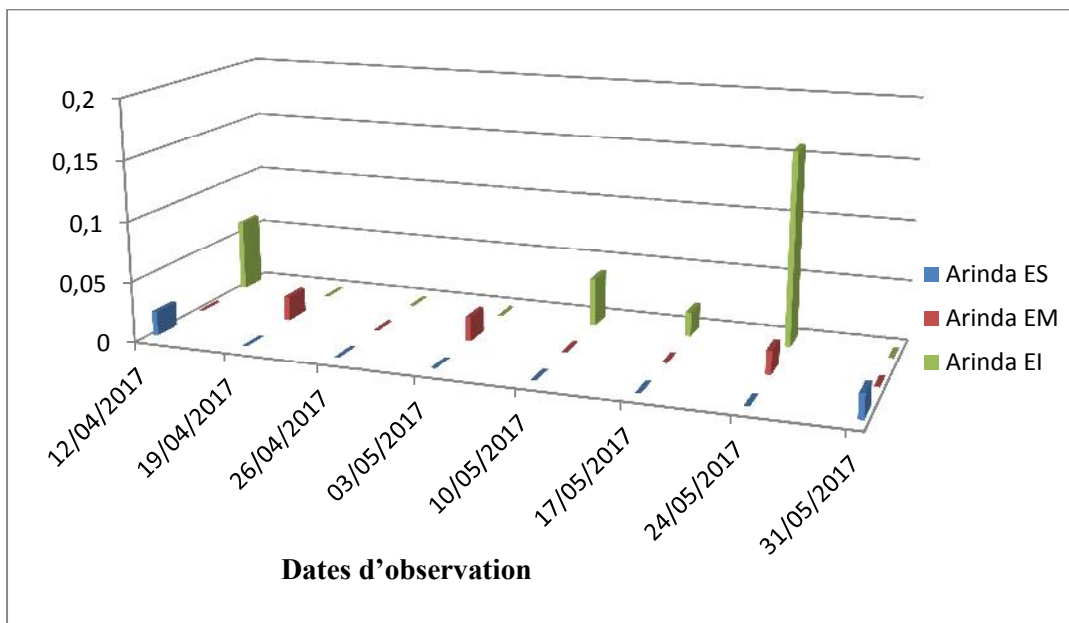


Figure 31 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Arinda.

Durant les premières semaines d'observation nous avons enregistré des faibles effectifs, suivis par des fluctuations. Un pic de 0.16 larves / feuille est enregistré avant la dernière semaine sur l'étage inférieur et sur l'étage moyen avec 0,02 larves/ feuille.

1.2.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de *P.operculella* présentes sur la variété Arinda en fonction des faces inférieure et supérieure des feuilles.

L'évolution temporelle du nombre moyen de larves développés sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de la variété Arinda est illustrée sur la figure suivante :

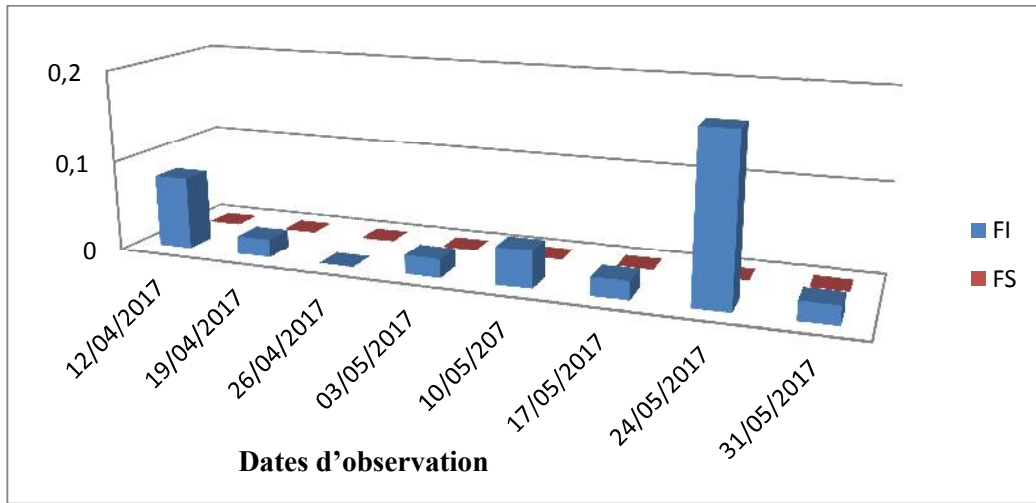


Figure 32 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Arinda.

Sur la pomme de terre de variété Arinda durant toute la période d’expérimentation, nous avons enregistré des fluctuations de nombre moyen de larve sur la face inférieure des feuilles, un pic de 1,08 larves/feuilles est enregistré avant la dernière semaine, l’absence des larves est enregistré sur la face supérieure durant le 3^{ème} semaine d’observation, et enfin une valeur moyenne de 0,02 larves/ feuille est notée à la 7^{ème} semaine d’étude correspondant à la dernière semaine du mois de Mai 2017.

1.3. Variété Fabula

1.3.1. Evolution temporelle du nombre d’adulte capturés

Le nombre d’adultes capturés par les pièges à phéromone pendant le période expérimentale dans la parcelle d’étude d’Oued Aissi est représenté sur la figure suivante :

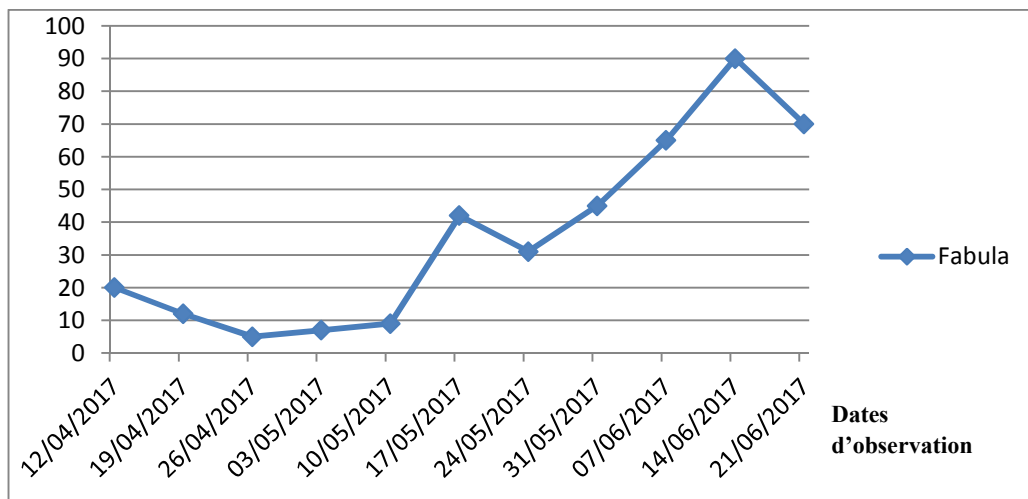


Figure 33: Evolution temporelle de nombre d’adulte mâles capturés par le piège à phéromone chez la variété Fabula.

Durant les premières semaines d'étude nous avons enregistré des fluctuations de nombre d'adulte sur cette variété, à partir de la 7^{ème} semaine nous avons observé une augmentation du nombre d'adultes, un pic de 90 individus est enregistré avant la dernière semaine, 70 adultes sont échantillonnées la dernière semaine.

1.3.2. Evolution temporelle du nombre d'œuf pondus par les femelles de *Phtorimaea operculella* sur les feuilles

Le nombre d'œufs pondus par les femelles de la teigne de la pomme de terre dans la parcelle de la variété Fabula pendant la période d'étude est notée dans la figure suivant :

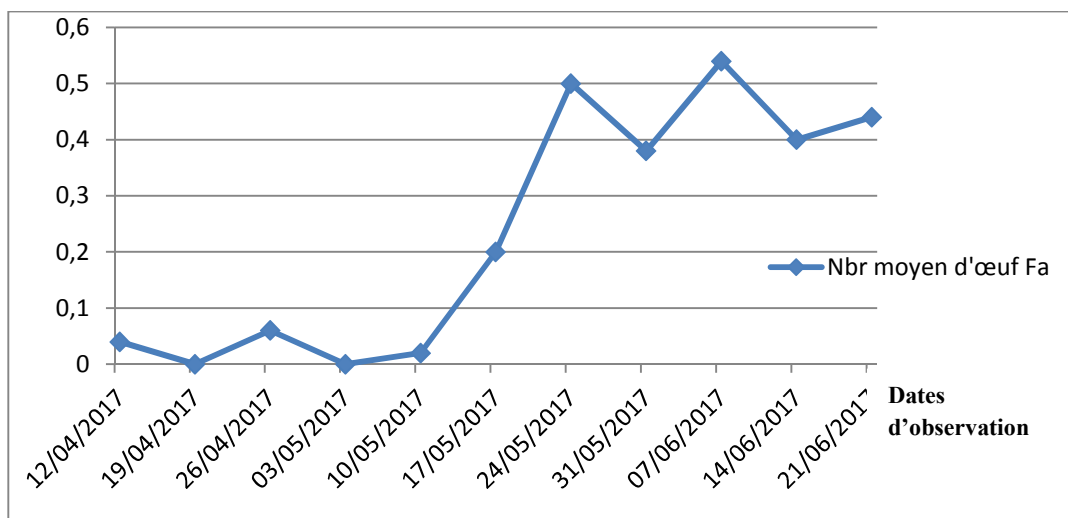


Figure 34: Evolution temporelle du nombre des œufs pondus sur les feuilles de la pomme de terre de la variété Fabula.

Durant les cinq premières semaines de prélèvement nous avons enregistré des effectifs très faibles du nombre d'œufs pondus sur cette variété, un premier pic a été remarqué durant la 7^{ème} semaine d'observation, il est de 0,5 œufs/ feuille et un 2^{ème} pic est enregistré à la 9^{ème} semaine avec un nombre moyen de 0,54 œufs /feuille, 3 générations sont notées sur les plants de la variété Fabula.

1.3.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des étages foliaires

L'évolution temporelle du nombre moyen d'œuf pondus par les femelles *P.operculella* en fonction des étages foliaires sur la variété Fabula est indiquée dans la figure suivante :

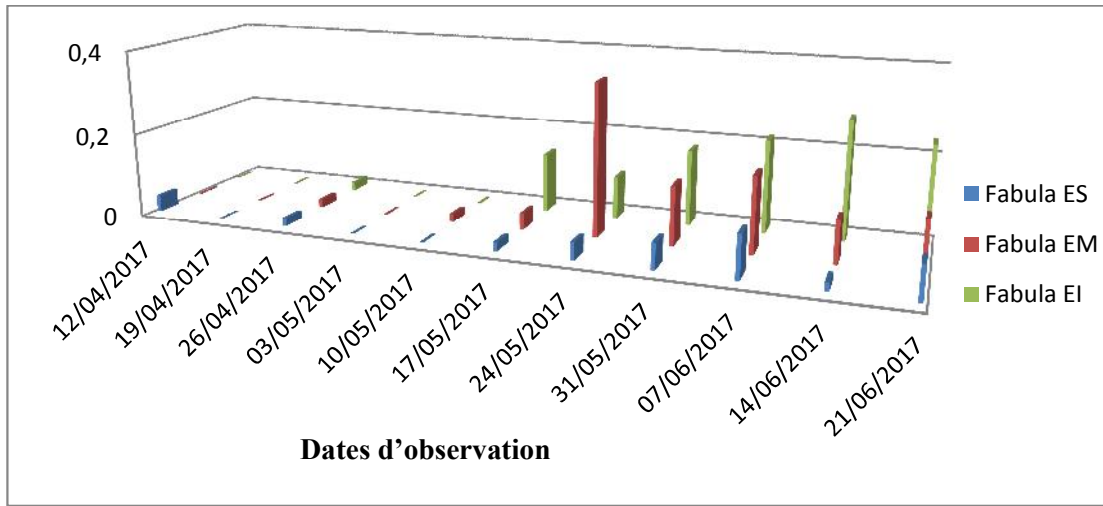


Figure 35: Distribution de nombre moyen d’œufs en fonction des étages foliaires chez Fabula

Pour la variété Fabula, l’observation des histogrammes, nous indique que les œufs de *P. operculella* sont pratiquement absents à la 2^{ème} et la 4^{ème} semaine avec un faible effectif à la 1^{ère} et la 3^{ème} semaine. A partir de la 6^{ème} semaine nous avons observé une augmentation du nombre moyen d’œufs dans l’étage moyen et inférieur, ou nous avons enregistré un pic du nombre d’œufs sur l’étage moyen avec une valeur moyenne de 0.4 œufs /feuilles, et sur l’étage inférieur avec une valeur moyenne de 0.28 œufs /feuille.

1.3.4. Evolution temporelle du nombre d’œufs pondus par les femelles de *P. operculella* sur les faces inférieures et supérieures des feuilles de la variété Fabula

La figure suivante présente l’évolution temporelle du nombre d’œufs pondus par les femelles de *P. operculella* en fonction des faces foliaires.

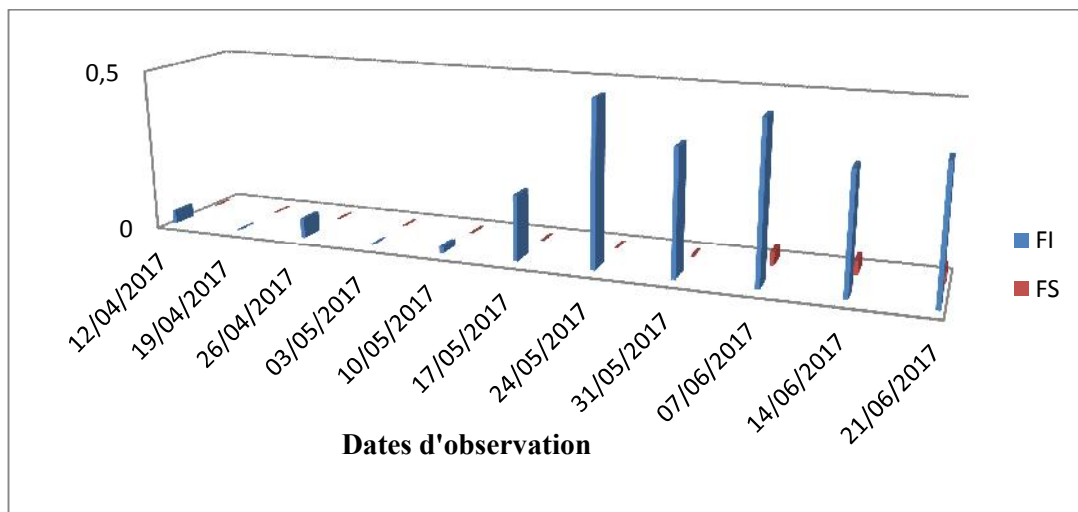


Figure 36: Evolution temporelle du nombre moyen d’œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures chez Fabula.

L'observation des histogrammes indique l'absence d'œufs sur les deux faces foliaires dans la deuxième et la troisième semaine avec un faible effectif sur la face inférieure au cours de la 1^{ère}, la 3^{ème} et la 4^{ème} semaine. À partir de la 6^{ème} semaine une évolution des effectifs est remarquée uniquement sur la face inférieure des faces foliaires. Un pic est noté la 7^{ème} semaine pour la face inférieure, avec une valeur moyenne de 0.5 œufs /feuille.

1.3.5. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles

La figure suivante illustre le nombre moyen des larves observées sur les feuilles de la variété Fabula.

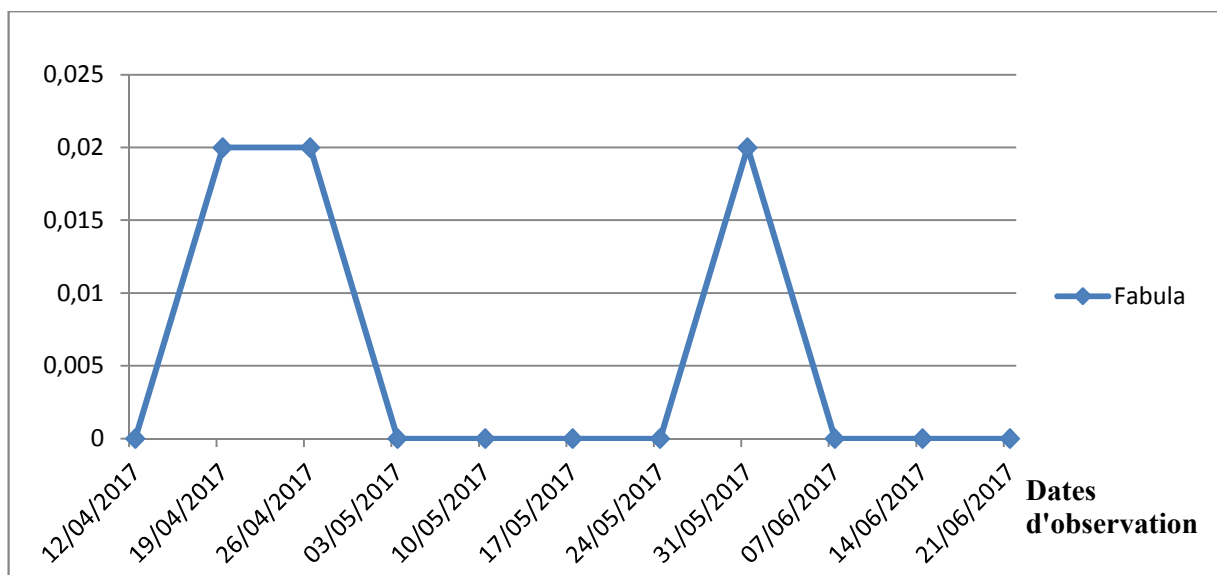


Figure 37: Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Fabula.

Le nombre moyen de larves a subi des fluctuations au cours de la période d'étude. Durant ces trois semaines la 2^{ème}, la 3^{ème} et la 8^{ème} ou nous avons enregistré un nombre moyen de larves avec une valeur de 0.02 larves /feuille

1.3.6. Evolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles de la variété Fabula on fonction des étages foliaires.

La figure 38 correspond à l'évolution temporelle du nombre moyen de larves présentes sur les feuilles en fonction des étages.

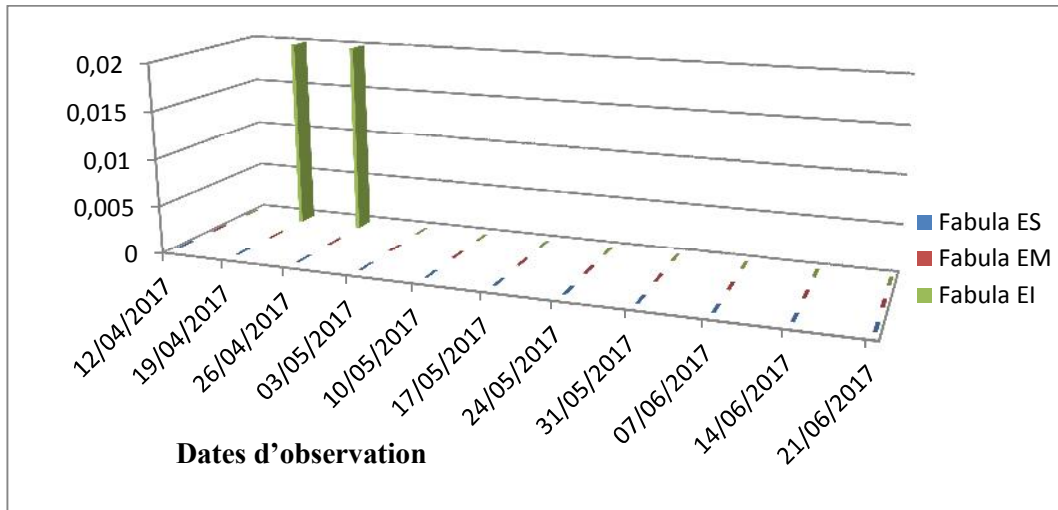


Figure 38: Distribution du nombre moyen de larves en fonction des étages foliaires de la variété Fabula.

Sur la variété de pomme de terre Fabula, nous avons observé une augmentation du nombre moyen de larves durant la deuxième et la troisième semaine d'étude dans l'étage inférieur uniquement, avec une valeur de 0.02 larves/feuille. A partir de la 4^{ème} semaine jusqu'à la dernière semaine, nous avons enregistré que les larves de *P.operculella* sont pratiquement absentes sur tous les étages foliaires.

1.3.7. Evolution temporelle du nombre moyen de larves de *P.operculella* présentes sur la variété Fabula en fonction des faces inférieures et supérieures des feuilles.

L'évolution temporelle du nombre moyen de larves développés sur les faces inférieure et supérieures des feuilles de la variété Fabula est illustrée dans la figure suivante :

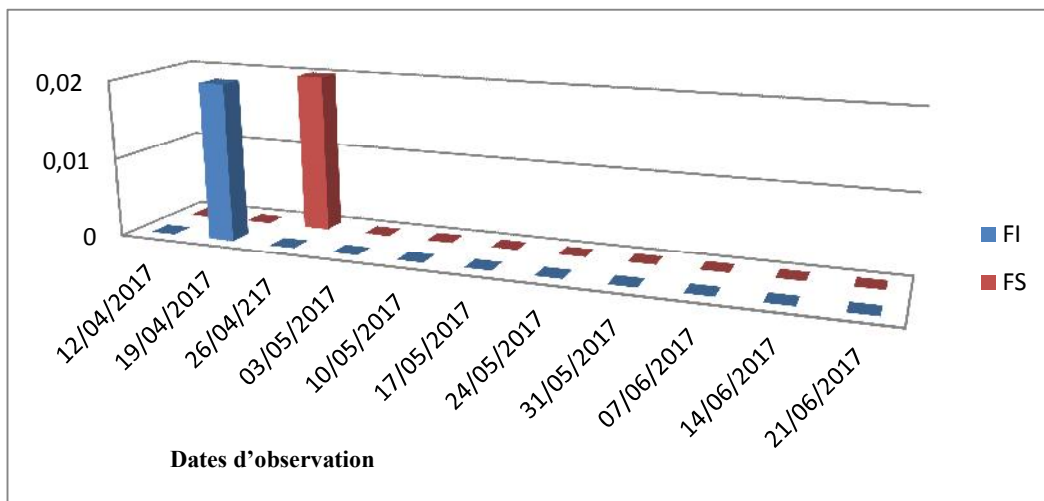


Figure 39 : Distribution du nombre moyen de larves en fonction des faces foliaires de la variété Fabula.

Sur la variété Fabula, le nombre moyen de larves est nul excepté pour la 2^{ème} semaine ou nous avons observé un nombre moyen de larve avec une valeur de 0.02 larves /feuille sur l'étage inférieur et la 3^{ème} semaine avec une valeur de 0.02 larves /feuille sur l'étage supérieur.

2. L'analyse Statistiques des résultats

2.1. L'analyse de la variance des adultes

Les résultats de l'analyse de la variance pour la variable du nombre d'adultes pendant la période d'étude sur les trois variétés de pomme de terre selon le facteur variété sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9: résultats de l'analyse de la variance pour la variable du nombre d'adultes capturés sur les trois variétés de pomme de terre (Arinda, Florice, Fabula)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	19390,18	32	605,943				
VAR.FACTEUR 1	4287,817	2	2143,909	4,259	0,02315		
VAR.RESIDUELLE 1	15102,36	30	503,412			22,437	95,29%

Facteur 1 : Variétés ; P1 : probabilité de facteur 1

L'analyse de la variance à 1 facteur de classification montre une valeur de probabilité de $P=0,02315$

Tableau 10: test de Newman et Keuls pour le facteur variété

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Fabula	36	A	
2.0	Arinda	26,182	A	B
3.0	Florice	8,455		B

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% propose deux groupe homogènes A et B pour le facteur variété.

Le groupe A présente les variétés les plus infestées qui sont Fabula et Arinda.

Le groupe B qui englobe aussi les variétés Arinda et Florice classées respectivement par ordre décroissant de degré d'infestation par la teigne, qui sont moins infestés par rapport à la variété Fabula.

2.2. L'analyse de la variance des œufs

Les résultats de l'analyse de la variance pour la variable de la distribution du nombre moyen d'œufs sur trois variétés de pomme de terre selon les trois facteurs : Variété, Facteur, Face sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : résultats de l'analyse de la variance pour la variable du nombre d'œufs chez les trois variétés.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,435	197	0,007				
VAR.FACTEUR 1	0,069	2	0,035	5,666	0,00428		
VAR.FACTEUR 2	0,019	2	0,009	1,532	0,2172		
VAR.FACTEUR 3	0,132	1	0,132	21,689	0,00002		
VAR.INTER F1*2	0,016	4	0,004	0,657	0,62552		
VAR.INTER F1*3	0,063	2	0,031	5,157	0,00677		
VAR.INTER F2*3	0,019	2	0,01	1,573	0,20841		
VAR.INTER F1*2*3	0,018	4	0,004	0,732	0,57389		
VAR.RESIDUELLE 1	1,099	180	0,006			0,078	286,48%

Facteur 1 : variété, Facteur 2 : étage, Facteur 3 : face, P1 : probabilité de facteur 1,

P2 : probabilité du facteur 2, P3 : probabilité du facteur 3, P4 : probabilité de l'interaction du F1 et F2, P5 : probabilité de l'interaction F1 et F3, P6 : probabilité de l'interaction F2 et F3, P7 : probabilité de l'interaction de F1, F2 et F3.

Les résultats obtenus par l'analyse de la variance indiquent qu'il y a une différence significative concernant le nombre d'œufs pondus par les femelles de *P. operculella* entre les trois variétés (Fabula, Florice et Arinda) ($0,01 < P_1 = 0,00428 < 0,05$)

En ce qui concerne le facteur étage, $P_2 = 0,2172$ est supérieure à 0,05, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre d'œufs pondus dans les trois parcelles selon l'étage foliaire.

Pour le facteur face, $P_3 = 0,00002$ est inférieur à 0,001, ce qui montre qu'il y a une différence très hautement significative entre la distribution du nombre d'œufs pondus selon

les faces des feuilles. Nous pouvons conclure que les femelles préfèrent pondre leurs œufs sur les faces inférieures des feuilles de la pomme de terre pour les trois variétés (Fabula, Florice et Arinda).

Selon le tableau, $P_4 = 0,62552$, $P_5 = 0,00677$, $P_6 = 0,20841$ et $P_7 = 0,57389$, toutes ces probabilités sont supérieures à 0,05, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative en fonction des interactions entre les divers facteurs.

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, pour le facteur variétés et le facteur face des feuilles, révèle l'existence de 2 groupes homogènes A et B représentés dans les tableaux suivants :

Tableau 12: Test de Newman et Keuls pour le facteur variété

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	Arinda	0,042	A	
1.0	Fabula	0,039	A	
3.0	Florice	0,001		B

Le test de Newman et Keuls a classé les résultats selon les variétés dans deux groupes homogènes. Le groupe A c'est les deux variétés Arinda et Fabula que la teigne *P. operculella* préfère pour pondre ses œufs, et le groupe B qui correspond à la variété Florice moins infestée par la teigne de la pomme de terre.

Tableau 13 : Test de Newman et Keuls au seuil de 5% pour le facteur face

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	inf	0,053	A	
1.0	sup	0,001		B

Le test de Newman et Keuls classe la face inférieure des feuilles la plus attaquée par la teigne de la pomme de terre dans le groupe A et la face supérieure des feuilles la moins attaquée dans le groupe B.

3. Discussion

L'activité des adultes de *P.operculella* sur les trois variétés de pomme de terre étudiés montre que l'effectif des populations est faible durant la première semaine du mois d'Avril. Des fluctuations du nombre d'adultes sont observées jusqu'aux premières semaines du mois de juin, où l'effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 90 individus sur la variété Fabula. Cette augmentation est probablement liée à l'élévation des températures qui passe de 16,4°C en mois d'Avril à 26°C en mois de juin. Ce qui montre que les températures ont probablement un rôle prépondérant dans le développement de *P. operculella*.

En effet, Rousselle et al. (1996) indiquent que la température a un rôle très important dans la dynamique des adultes de la teigne et que l'activité des adultes de cet insecte ne peut s'observer qu'à partir de températures supérieures à 10°C. Selon Sauyer (1972), la température optimale pour le développement de *P.operculella* est de 28°C. De même Traynier (1987) rapporte que l'augmentation des populations d'adultes mâles au moment où l'on note une augmentation progressive des températures suggère un rôle de la variation de la température dans le développement de l'insecte, ceci est tout à fait conforme à l'influence qu'exerce la température sur la durée du cycle.

Selon Henderson et al. (1999), le cycle biologique de *P.operculella* dure environ 4 semaines à des températures variantes de 23°C à 25°C.

Au cours de notre étude, les températures enregistrées au mois de juin sont comprises entre 19.1 °C et 34.1 °C. Ceci explique la prolifération de ce déprédateur pendant cette période.

Le nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *P.operculella* sur les feuilles des trois variétés de pomme de terre étudiées a subi durant toute la période d'étude des fluctuations.

Le nombre moyen maximal d'œufs est enregistré sur les plants de la variété Arinda avec un seul pic de 1.2 œufs /feuilles durant l'avant dernière semaine d'observation. Sur la variété Fabula un pic de 0.6 œufs/feuilles est noté durant la dixième semaine de l'expérimentation. En fin, pour la variété Florice le nombre maximal d'œufs est enregistré durant la cinquième semaine d'observation avec un pic de 0.06 œufs/feuilles, où les températures ont atteint 34.1 C°, qui correspond à la période chaude de cette étude.

La distribution du nombre d'œufs selon les étages foliaires durant la période d'étude démontre que sur les deux variétés Florice et Arinda l'étage le plus infesté est l'étage

inférieur, sur la variété Fabula, les femelles de *P.operculella* choisissent les folioles de l'étage moyen du plant pour pondre leurs œufs. Ses résultats prouvent que les femelles de la teigne n'expriment aucune préférence pour un étage foliaire données chez les trois variétés étudiées.

D'après les résultats obtenus par l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre le nombre d'œufs pondus sur les trois variétés selon les étages foliaires.

Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par Lamara Mahamed (2015) qui affirme que les femelles de *P.operculella* n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donnée chez les trois variétés : Spunta, Désiré et Burren.

Le taux de ponte au niveau des deux faces foliaires supérieure et inférieure, nous a permis de déduire que les femelles de *P.operculella* préfèrent pondre leurs œufs sur la face inférieure des feuilles pour les trois variétés Fabula, Florice et Arinda.

Gounane et Grim (2014) ; Lamara Mahamed (2015) affirment que la teigne de la pomme de terre *P.operculella* préfère pondre ses œufs sur la face inférieure des feuilles. Cette préférence peut être interprétée par le fait que les femelles cherchent un endroit propice pour protéger leurs œufs des facteurs externes. Nos résultats corroborent ceux de Rousselle et al. (1996) qui rapportent que les œufs sont pondus par les femelles de *P.operculalla* de préférence sur une surface rugueuse comme les assaillies des feuilles, base de limbe....etc.

Les résultats relatifs à l'influence de la température sur la durée d'incubation des œufs l'évolution des œufs rappellent ceux obtenus par d'autres auteurs sur la même espèce. En effet, Broodryk (1971) observe qu'à 11°C les œufs mettent 44 jours pour éclore, Watson (1981) trouve que les températures situées entre 15 et 35°C sont celles qui sont favorables à l'évolution des œufs et que la limite thermique inférieure se situe à 9,5°C, enfin Gamboa et Notz (1990) ont enregistré aux températures de 15, 20, 25 et 30°C des durées d'incubation respective des moyens de 17,4 ; 9,76 ; 5,43 et 4 jours.

Durant toute la période d'étude le nombre moyen de larves a subi des fluctuations plus ou moins variables sur toutes les variétés. Chez Fabula et Arinda, nous constatons que le nombre de larves chute juste après un traitement effectué le 24 juin 2017 contre le Mildiou. Ce qui nous permet de dire que les traitements phytosanitaires sont très efficaces dans le contrôle des populations larvaires de *P.operculella*. En ce qui concerne la variété Florice, le nombre de larves est nul durant toute la période d'expérimentation à l'exception la première semaine avec un pic de 0.04 larves /feuilles, cela peut être dû à la résistance de cette variété à la teigne de la pomme de terre.

La distribution du nombre moyen d'œufs selon les étages foliaires durant la période d'étude démontre que chez Fabula les deux étages les plus infestés sont moyen et inférieur, chez Arinda et Florice l'étage le plus infesté est l'étage inférieur, ses résultats prouvent que les femelles de *P. operculella* n'ont pas une préférence pour un étage foliaire donné chez les trois variétés.

D'après ses résultats, nous pouvons déduire que l'étage le plus préféré par les larves est l'étage inférieur. En effet, selon Reed (1971), les larves éclosent creusent dans des feuilles généralement par le dessous puis elles se développent dans les tunnels d'alimentation.

Les mines se produisent plus fréquemment sur les feuilles inférieures, ils préfèrent se nourrir de jeunes feuillages (Trivedi et Rajagopal 1992).

Les résultats que nous avons obtenus, nous permettent en effet d'affirmer que le taux d'infestation larvaires est plus important au niveau de la face inférieure des feuilles. Ceci peut être expliqué par la recherche constante de nourriture par les larves et leur préférence pour l'organe producteur de la pomme de terre, à savoir le tubercule.

Rousselle *et al.* (1996) indique que les larves peuvent infester les tubercules de manière active lorsqu'elles ont épuisé les ressources foliaires en migrant ou en se laissant tombé à la base des plantes. Gounane et Grim (2014) ; Lamara Mahamed (2015) ont abouti aux résultats similaires.



Conclusion

L'étude réalisée sur la bio écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* sur trois variété de pomme de terre la Fabula et Arinda au niveau de station Oued Aissi (Tizi-Ouzou) et Florice au niveau de la région Ait Hessane (Tizi-Ouzou) nous a permis de suivre les populations de ce ravageur, ce qui conduira à l'utilisations de moyens de lutte adéquats afin de réduire les dégâts provoqués par ce déprédateur.

Le cycle de développement de la teigne de la pomme de terre est variable selon les conditions climatiques, dont la température est le facteur le plus important, ce qui aboutit à l'observation de 2 à 12 générations par an. Au cours de notre étude 2 générations ont été mise en évidence sur les deux variétés Arinda et Florice ainsi que 3 générations sur la Fabula durant une période de trois mois d'observation.

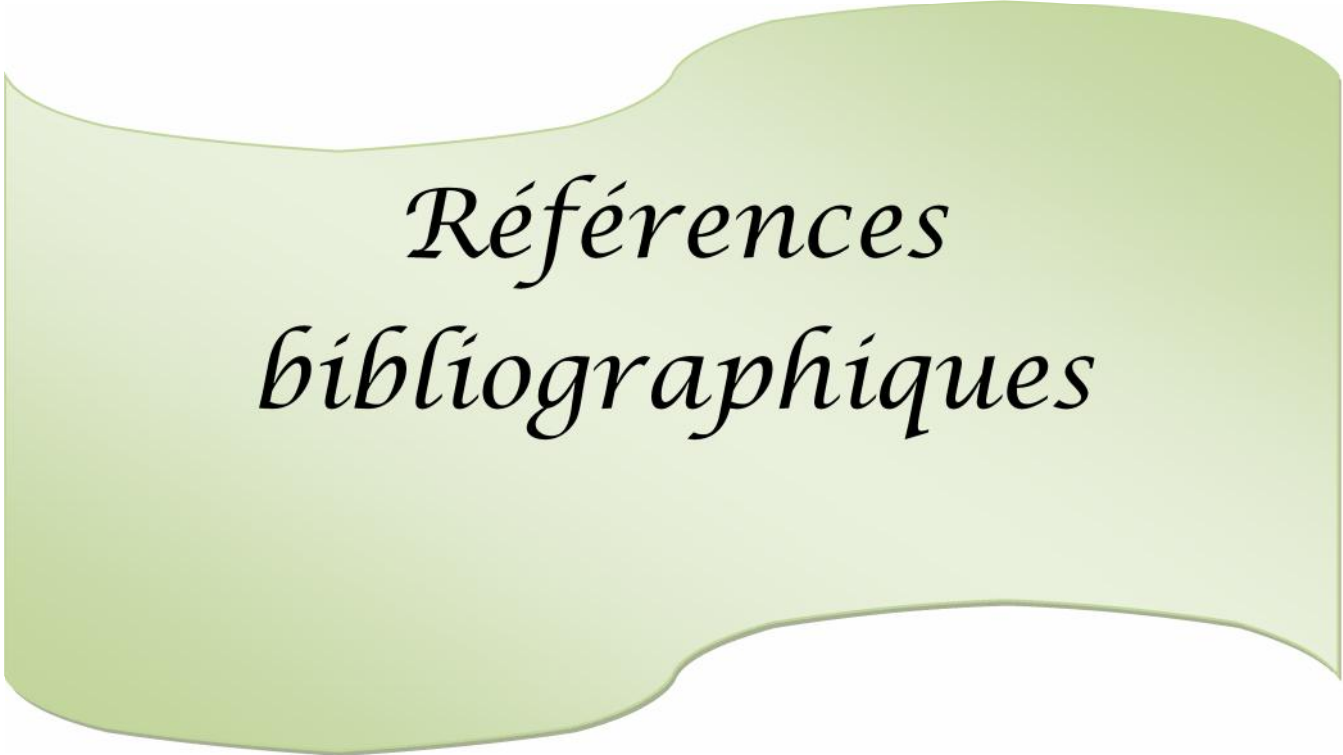
Les résultats obtenus ont montrés que l'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *P.operculella* n'ont pas une préférence pour un étage foliaire chez les trois variétés. En ce qui concerne l'infestation foliaire, la face inférieure des feuilles est la plus préférée pour la ponte des œufs par les femelles de la teigne.

L'évolution des larves ne présente pas une différence significative chez les deux variétés Fabula et Arinda bien que chez la variété Florice, leur absence dénote à une résistance contre la teigne de la pomme de terre.

L'évolution temporelle du nombre d'œufs, larves et adultes présente une différence significative entre les trois variétés : Fabula, Arinda et Florice. La teigne de la pomme de terre montre une préférence pour la variété Arinda.

Notre étude reste matière à beaucoup d'autres recherches, notamment de compléter cette étude et élargir l'échantillonnage sur d'autres régions de l'Algérie ainsi que de suivre la bioécologie de *P.operculella* sur différentes variétés pour déterminer l'existence ou non d'une résistance variétale.

Il serait intéressant de suivre son cycle de développement au niveau des entrepôts des stockages pour la reconnaissance des différents stades larvaires. Pour la lutte contre ce ravageur, la lutte chimique est la plus utilisée actuellement mais son efficacité n'est pas établie, pour cette raison il serait judicieux d'orienter la recherche vers des méthodes plus efficaces et respectueuses de l'environnement telle que la lutte biologique. Comme l'utilisation des biopesticides, telles que les huiles essentielles, extraits de plante et les poudres des plantes aromatiques dont la diversité est montrée en Algérie en général et en Kabylie en particulier.



*Références
bibliographiques*

- Akli E.Y, et Berbar H. (2008).** Contribution à l'étude de la filière de la pomme de terre en Algérie cas de wilaya de Tizi-Ouzou. Memoire d'ingénieur. Université MMTO. 82P.
- Ali A. M. (1993).** Effect of cultural practices on reducing field infestation of potato tuber moth (*Ph. operculella* Z) and greening of tubers in the Sudan. Jour. Agri. Scien ; Cambridge. n°121.187-192p.
- Alvarez J. M., Dotseth E. et Nolte. (2005).** Potato Tuberworm : Athreat for Idaho Potatoes. Educ. Public. University of Idaho.4p.
- Anonyme. (2001).** La valeur nutritionnelle de la pomme de terre. Instituts international. Food Policy reesearch.
- Anonyme. (2002).** Larousse Agricole. 498-501P.
- Anonyme. (2008).** La pomme de terre. L'année internationale de la pomme de terre. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 46p.
- Anonyme. (2015).** Variétés de pomme de terre. Arvalis Institut du végétal. Avril 2015. France. 354p.
- Anonyme. (2016).** Des exigences agro-écologiques de la pomme de terre. Agronomie Info.
- Anonyme. (2017).** Pomme de terre. Les chiffres 2016 de la production européenne sont sortis. Terre-Net-Média.
- Balachowsky A. S. (1966).**Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson. T2. Vol1. 350-371p.
- Bernhards U. (1998).** La pomme de terre *solanum tuberosum* L. monographie. Institut national Agronomique. Paris- Grignon. 230p.
- Berthon. Capt. H. (1855).** On the potato moth. in : procee dings of the Royal Society of VAN DJEMEN'S land 3: 76-80p.
- Bodenheimer F. S. (1951).** Citrus entomolgy. Ed. Dio-Junk. Denhang. 663p.
- Broodryk, S.W. (1971).** Biological investigations on the potato tuber moth, *Phthorimeae operculella* (Zeller), (Lepidoptera : Gelechiidae). Phyto phylactico 3: 73-88.
- Chauvin J., Esnault F, et Ellissèche D. (2008).** Les recherches pour la filière pomme de terre; verrous et avancées. Ressources génétiques et innovation variétale chez la pomme de terre .Stand Inra. Parc des expositions de paris.

- Chebil M. (1983).** Contribution à l'étude écologique de la teigne de pomme de terre *Phthorilmaea operculella* Z (Lep : Gelechiidae). Mem. 3^{ème} cycle. INA de Tunis.57p.
- Chehat F. (2008).** La filière pomme de terre algérienne. Une situation précaire. In journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspectives. Ed INA, El-Harrach, 18juin 2008.p1-13.
- Chibane A. (1999).** Technique de production de la pomme de terre au Maroc. Bulletin de liaison et d'information du P.N.T.T.A. Transfert de technologie en Agriculture N°52.p04.
- Cohic F. (1952).** Rapport d'une Mission aux Etablissements Français de l'Océanie, III. Enquête sur les parasites animaux des cultures. Centre ORSTQM. Nouméa. 68p.
- Dajoz R. (1975).** Précis d'écologie. Ed. Gauthier Villars. Paris. 549p.
- Dajoz R. (2006).** Précis écologie. Ed Dunod. Paris.631p.
- Delaplace P. (2007).** Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Thèse de Doctorat. Académie universitaire WALLONIE- Europe. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 171p.
- Diels. (1980).** La pomme de terre *Solanum tuberosum*. 50p.
- Doré C., Varoquaux F. et Gordinateur. (2006).** Histoire et amélioration de cinquante plante cultivées. I.N.R.A.
- FAOSTAT. (2015).** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
- Ferro D. N. et Boiteau G. (1993).** Managements of insects pests. pp 108-109 in Ed. ROW R.C. potato heath management. 178p.
- Gamboa. M. et Notz, A. (1990).** Influencia de la temperatura en el desarrollo y oviposición de *Phthorimeae operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae). Rev. Fac. Agron. (Maracay) 16: 231-244p.
- Golizadeh A., Esmailib N., Razmjouc J. et Rafiee-Dastjerdid H. (2014).** Comparative life fables of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella*, on leaves and tubers of different potato cultivars. Journal on insect science. N°42Vol 14. 1-11p.
- Gounan S. et Grim C. (2014).** Etude de la bio écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* dans deux parcelles de la variété Spunta l'une écologique et l'autre traitée dans la région des Isser. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Spécialité: Ecologie Animale. 61p.

- Gravouelle J.M. (1987).** Essai l'application d'un fortifiant phytosanitaires «cernant E30 » sans et avec mancozebe sur la pomme de terre *Solunum tuberosun* pour quatre variété (Spunta, Mondial, Akira liesta).81p.
- 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.
- Harris E. J. et Olaquiaga G. (1993).** Influence of habitat on cératitis capitata réponse to trime dure traps. In fruit flies: Biology and Management. Edited by M. Aluja and P. Liedo, springer-verlag. New York, Inc. Pp217- 221.
- Haverkort J. (1987).** La pomme de terre. Bulletin d'information technique.136p.
- Hawkes J.G. (1990).** The potato, Evolution, biodiversity and genetic resources. London belhaven Press, 259 p.
- Henderson J., Jensen A., Debanò S., David N., Martin M. et Batchelor D. (1999).** Tuber moth survey. April 1999. Potato Progress n°5. 6p.
- John L. (2008).** Capinera, Encyclopedia of Entomology, Volume 2, Springer, p. 626-672
- Kotchie et olivier S. (2004).**Détection du stress hydrique par thermographie infrarouge. Application à la culture de la pomme de terre. Chapitre III Matériel et méthodes. Université Laval.
- Kroschel J. et Zeggara O. (2006).** Laboratory experiments towards the development of an attract and kill strategy for the potato tuber moth complex, *Phthorimaea operculella* and *symmetrischema tangolias*. Intemational potato center (CIP). Lima. Peru. PTM symposium at the 6th world potato congress. August21. 2006. Boise. Idaho.USA.
- Lacey L. A. et Neven L.G. (2006).** The potentiel of the fungus. *Muscudor albus*. as a microbial control agent of potato tuber moth (Lepidoptera : Gelechiidae) in stored potatoes. Journal of invertebrate Pathology. Wapato. USA.195-198p.
- Lamara Mahamed R. (2015).** Bio écologie de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de pomme de terre (la Spunta, la Désirée, la Burren) dans les régions des Isser et Draa Ben Khedda et inventaire de l'entomofaune au niveau des parcelles des Isser. Option : Interaction plants- animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés. Mémoire Magister. UMMTO. 112p.

- Laumonier R. (1979).** Culture légumière et maraichère. S.I.C.A centre. Serre et plein champ. N°328. p4.
- Marie Pierre. (2007).** Légumes d'hier et aujourd'hui. Arvy et Francois Gallouin. Paris, Belin. 403-418p.
- Meziane D. (1991).** Histoire de la pomme de terre. Diététique N°25. 29p.
- Ndiaye I. (1997).** Etude Bioécologique de la teigne de la pomme de terre, *Phthorimeae operculella* (Zeller) (Lepidoptera, Gelichiidae) et moyens de lutte. Thèse doctorat. Université cheikh Anta Diop de Dakar. Faculté des sciences et technique biologie animale. 76p.
- Nyabyenda P. (2005).** Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. Lavoisier. 223p.
- Oswaldo T. (2010).** Hommage à la pomme de terre. Heds. Haute école de santé Genève. Filière nutrition et diététique. 11p.
- Oudahmane K. et Haddidi. (1992).** Prospection et détection des maladies de stubborn et de Tristeza par la méthode enzymatique « Elisa » dans la région de Oued Aissi (Tizi*Ouzou). Mémoire Ing, agro. Insti, agro. Tizi Ouzou. 80p.
- Pelt J.M. (1993).** Des légumes. Librairie Arthème Fayard. Paris. 231p.
- Picard F. (1913).** La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Z. Ann. Des Epiphyties. n°1.106-174p.
- Quezel P. et santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. C.N.R.S. paris. 01p.
- Ramade F. (2003).** Elément d'écologie fondamentale, 3eme édition DUNOD. Paris.690p.
- Raman K. V et Booth R.H. (1986).** Evaluation de la technologie de lutte intégrée de la pomme de terre au champ et en entrepôt. Centre international de la pomme de terre (CIP). Série d'évaluation des technologies n°6. 15p.
- Raman K.V.et Palacio M. (1982).** Screening potato for résistance to potato tuberworm. Jour. Econo. Entom. Vol. n°75.47-49p.
- Raman. K.V. et Alcazar. J. (1988).** Biological control of potato tuber moth *Phthorimeae operculella* Z. Using a granulosis virus in peru. In: Asian Potato Association (A.P.A), Proc. Kuming, china. 173-174p.

- Redman. (2016).** La production de pomme de terre au niveau mondial.
- Reed E. M. (1971).** Factors effecting the status of virus as a control agent for the potato moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera, Gelechiidea). Bull. Entomole. Res., 61, 207-222.
- Reust. (1982).** La pomme de terre. Pré germination. physiologie. 1-23p.
- Robert G., Foottit et Peter H. (2009).** Adler, Insect Biodiversity. Ed John Wiley & Sons. 327p.
- Rondon S. I., Debanò S. J., Clough G. H., Hamm P. B., Jensen A., Schreiber A., Alvarez J. M., Thornton M., Barbour J., et Dogramci M. (2007).** Biology and management of the potato tuberworm in the Pacific Northwest. Oregon state university. PNW Bull. 549.1-8p.
- Rousselle P., Robert Y. et Crosnier.J.C. (1996).** La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation. Ed J.C. paris. Institut national de la recherche Agronomique.607p.
- Rousselle P., Rousselle Bourgeois., Ellisseche D. (1992).** La pomme de terre in amélioration des espèces végétales cultivées. Gallais A. Bammerot H.
- Sauyer R. (1972).** La pomme de terre .bulletin d'information technique 1 à 9 In centre international de la pomme de terre.136p.
- Sefta S. (1998).** Contribution à l'étude de l'influence des extraits foliaires de *Lantana camara* et *Ipomea leari* sur le comportement de ponte de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) en milieu de stockage. Mem. Ing. Agro. INA EL Harrach Alger. 56p.
- Seltzer P. (1946).** Le climat de l'Algérie. Recueil de donnée météo. Institut de technologie. Algérie.
- Siafa A. (1987).** Etude de quelques aspects bioécologiques de la teigne de la pomme de terre *Ph. operculella* Z (Lep : Gelechiidae) dans la plaine de la mitidja.Th. Magist.INA El Harrach.107p.
- Silvain J. F. et Dupas S. (2005).** Risques entomologiques liés à l'extension de la culture de la pomme de terre en zone Nord-Andine. Projet ENTONAD. 8p.
- Skiredj. (2007).** L'art de produire les légumes et les fruits au Maroc. La culture de la pomme de terre.
- Soltner D. (1976).** Les grandes productions végétales. Collection sciences et technique agricole. 7^{ème} édition. 255p.
- Soltner. (1979).** Les bases de la production végétale : le sol, le climat, la plante..... Dominique soltner /8^{ème} ed. sainte. gemme. sur Loire : collection sciences et technique agricoles. 473p

- Soltner D. (1990).** Les grandes productions végétales céréales-plants sarclées. 464 p.
- Soltner D. (2005).** Les grandes productions végétales. Collection scientifiques de technologies agricoles. 20^{ème} édition. 472p.
- Soufi R. (2011).** La réponse physiologique de la pomme de terre (varies Spunta) à la salinité en présence de fertilisant organique (fumier de volailles) cas de Ouargla. Mémoire d'ingénieurat- Université Kasdi Merbah Ouargla.91p.
- Taupin pierre. (2004).** Les principaux ravageurs de la pomme de terre. Arvalis. Instituts du végétal. Paris. 15p.
- Traynier R. M. M. (1987).** Influence of plants and adult food on the fecondity of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae). Entomologia experientialis et applicata 33 : 145-154.
- Trivedi TP. et Rayagopal D. (1992).** Distribution, biology, ecol- Ogy and management of potato tuber moth, *Phthorimeae operculella* (Zeller) (Lepidoptara : Gelechiidae) : a review. Tropical Pest Management 38 : 279-285 p.
- Von Arx R., Gouider J., Cheikh M. et Bentemine A. (1987).** Integrated control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Z) in Tunisia. Inst. Science. Applic. n°08. 989-994p.
- Watson, T.F. (1981).** In maladies, ravageurs et mauvaises herbes des cultures tropicales. Jürgen Kranz Heins Schmutteres Werner Koch. Verlag Paul Parey.
- Autres références**
- DSA 2014.** Direction des Services Agricoles.
- DSA 2017.** Direction des Services Agricoles.
- FAO. (2013).** Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- Google earth. (2017).** Carte géographiques des régions d'études. www.google-earth.com.
- I.N.P.V. (2014).** Institut National de la Protection des Végétaux.
- ITCF. (1998).** Maladies de la pomme de terre.
- NEPG :** North-western European Potato Growers-groupe des producteurs des pommes de terre du nord-ouest européen.
- Office national de météorologie de Tizi-Ouzou. (2017)