

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques
Département de Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue d'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des Végétaux

Thème

Synthèse bibliographique sur la bio-écologie de la
teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*
Zeller (1873) (Lepidoptera: Gelecheiidae)

Présenté par :

M^{elle} ABERKANE Katia

M^{elle} IFREK Anissa

Devant le jury composé de :

M ^{me} GHEBBI-SI SMAIL K.	MAA	UMMTO	Présidente
M ^{me} KHELFANE-GOUCHEM K.	MCA	UMMTO	Promotrice
M ^{me} LAMARA MAHAMED-ALLAHOUM R.	Doct.	UMMTO	Co-promotrice
M ^{elle} LAOUDI T.	Doct.	UMMTO	Examinatrice
M ^{me} LARDJANE-AIT SLIMANE N.	MCA	UMMTO	Examinatrice

Promotion : 2020/2021

Remerciements

D'abord nous remercions le bon dieu de nous avoir donné santé, courage et la foi pour réaliser ce modeste travail avec volonté.

Nous remercions vivement notre promotrice M^{me} GOUCEM-KHELFANE Karima, maitres de conférences classe « A » 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.

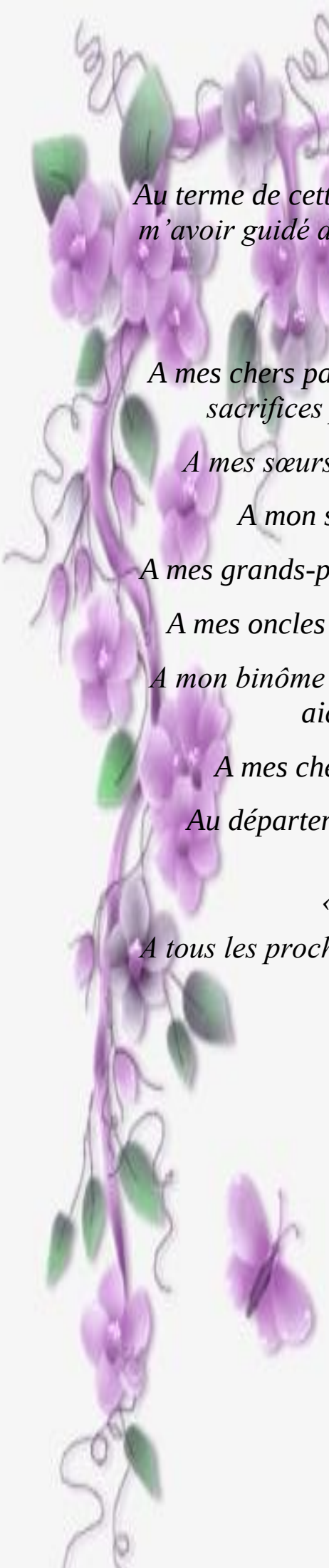
Nous tenons à adresser notre profonde gratitude à notre Copromotrice M^{me} LAMARA MAHAMED-ALLAHOUM Radhia, docteur en sciences biologiques à l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou pour son soutien, ses orientations et ses conseils.

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

M^{me} GHEBBI-SI SMAIL K, maître assistante classe « A » à l'université à l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de présider ce jury.

M^{elle} LAOUDI Tinhinane, doctorante en sciences biologiques à l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou et M^{me} LARDJANE-AIT SLIMANE N, maitres de conférences classe « A » à l'université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Sans oublier toutes les personnes qui nous ont aidés pour réaliser ce travail



Dédicaces

Au terme de cette étude, je remercie avant tout, Dieu tout puissant de m'avoir guidé de suivre le chemin de la science et m'avoir permis la réalisation de ce travail.

Je dédie ce mémoire à :

A mes chers parents pour leurs soutiens, encouragements, et leurs sacrifices pour que j'arrive à ce que je suis actuellement.

A mes sœurs, Fatiha, Zazi et Fazia ainsi que son mari Youcef

A mon seul et unique frère Lyes, que dieu le protège

A mes grands-parents maternels et paternels que dieu me les gardes

A mes oncles et tantes, mes cousins et cousines chacun son nom

A mon binôme Anissa avec laquelle j'ai réalisé ce travail pour son aide, compréhension et à toute sa famille.

A mes chères amies : Siham, Lamia, Sara, Samia, Zineb

Au département des sciences agronomiques en particulier la promotion

« Protection des végétaux » 2020/2021

A tous les proches de mon cœur qui m'ont aidés d'une façon ou d'une autre

Katia

Dédicaces

Dieu merci de nous avoir donné la foi, le courage et la volonté et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

A ma mère Sadia, source d'affectation de courage et d'inspiration qui a autant sacrifié pour me voir atteindre ce jour

A mon père Mohamed, source de respect, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours apporté

A mon seul et unique frère Hakim

A mes sœurs Nadjat et Assia ainsi que son mari Fawzi,

A tous mes camarades du département d'agronomie

A mon binôme Katia avec laquelle j'ai réalisé ce travail pour son aide, compréhension et à toute sa famille

A la personne qui m'a beaucoup aidé et qui porte une grande place dans mon cœur, mon fiancé Mourad

Anissa

Figure 1. Morphologie du plant de pomme de terre <i>Solanum tuberosum</i> (Mbairanoudji et al., 2007).....	06
Figure 2. Morphologie des feuilles et inflorescences de la pomme de terre (Ait Messaoud et Hamdi, 2015).....	07
Figure 3. Morphologie du fruit de pomme de terre (baie) (Ait Messaoud et Hamdi, 2015)..	07
Figure 4. Coupe longitudinale d'un tubercule de la pomme de terre (Boufares, 2012).....	08
Figure 5. Cycle de vie de la pomme de terre (Soltner, 2005).....	10
Figure 6. Répartition spatiale de la pomme de terre dans le monde (établie d'après les données de Faostat (2014)).....	14
Figure 7. Production mondiale de la pomme de terre entre 2007 et 2017 (Fao, 2019 in Lamara Mahamed, 2020).....	14
Figure 8. Productions et superficies de la culture de pomme de terre en Algérie de 2007 à 2017 (Lamara Mahamed, 2020).....	16
Figure 9. Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (Ciquel, 2013).....	18
Figure 10. Œuf de la teigne de la pomme de terre (Gx40) (Lamara Mahamed, 2020).....	22
Figure 11. Développement larvaire de <i>Phthorimaea operculella</i> (Chandel, 2005).....	23
Figure 12. Chrysalide de la teigne de la pomme de terre (Rondon et al., 2016).....	24
Figure 13. Adulte de la teigne de pomme de terre (Alvarez et al., 2005).....	24
Figure 14. Dimorphisme sexuel chez les adultes de la teigne de la pomme de terre (Zeller) A : Femelle, B : Mâle (Grill et al., 2014).....	25
Figure 15. Distribution géographique de la teigne de pomme de terre <i>P.operculella</i> dans le monde et les zones de production de pomme de terre (Kroschel et Schaub, 2013).....	27
Figure 16. Distribution de la teigne de la pomme de terre dans le bassin méditerranéen et en Algérie (Ravidat, 2010).....	28
Figure 17. Galeries de la teigne sur les feuilles de pomme de terre (Ait Messaoud et Hamdi, 2015).....	28
Figure 18. Dégâts de <i>P. operculella</i> sur les tubercules de la pomme de terre (Alvarez et al., 2005).....	29

Tableau 1. Liste de quelques variétés de pomme de terre homologuées dans le monde et leurs caractéristiques (Anonyme, 2008).....	04
Tableau 2. Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100 g cuites à l'eau (Oswaldo, 2010).....	17
Tableau 3. Principales maladies et ennemis qui touchent la pomme de terre, leurs symptômes et les moyens de lutte (Moule, 1972 ; Soltner, 1979 ; Anonyme, 1979 ; Soltner, 1990 ; Rousselle et <i>al.</i> , 1996 ; Anonyme, 1998 ; Isabelle, 2021).....	18

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	01
Chapitre I : Généralités sur la pomme de terre	
1. Origine et historique.....	03
2. Botanique et taxonomie.....	03
3. Origine génétique.....	04
4. Variétés.....	04
5. Description botanique et morphologique.....	05
5.1. Partie aérienne.....	06
5.2. Partie souterraine.....	07
6. Cycle de reproduction.....	08
6.1. Cycle sexuée.....	08
6.2. Cycle végétatif ou de développement.....	09
6.2.1. Repos végétatif et dormance.....	09
6.2.2. Germination.....	09
6.2.3. Tubérisation et croissance des tubercules.....	09
7. Exigences de la culture de pomme de terre.....	10
7.1. Exigences climatiques.....	10
7.1.1. Température.....	11
7.1.2. Lumière.....	11
7.1.3. Humidité.....	11
7.2. Exigences édaphiques.....	11
7.2.1. Structure et texture du sol.....	11
7.2.2. Potentiel hydrique.....	12
7.2.3. Salinité.....	12
8. Techniques culturales de la pomme de terre.....	12
8.1. Plantation et buttage.....	12
8.2. Binage.....	12
8.3. Irrigation.....	13
8.4. Fertilisation.....	13
9. Importance de la pomme de terre.....	13
9.1. Importance économique.....	13

9.1.1. Dans le monde.....	13
9.1.2. En Algérie.....	15
9.2. Importance nutritionnelle.....	16
10. Maladies et ravageurs.....	18

Chapitre II : Généralités sur la teigne de la pomme de terre

1. Généralités sur les Lépidoptères.....	21
2. Teigne de la pomme de terre.....	21
3. Systématique de la teigne de la pomme de terre.....	21
4. Description de la teigne de la pomme de terre.....	22
4.1. Œuf.....	22
4.2. Larve.....	22
4.3. Chrysalide.....	23
4.4. Adulte.....	24
5. Dimorphisme sexuel.....	24
6. Cycle biologique.....	25
7. Répartition géographique.....	26
7.1. Dans le monde.....	26
7.2. En Algérie.....	27
8. Symptômes et dégâts.....	28
9. Moyens de lutte.....	29
9.1. Pratiques culturales.....	29
9.2. Moyens biologiques.....	30
9.3. Moyens chimiques.....	31

Chapitre III : Synthèse bibliographique sur la bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella*

Introduction.....	32
1. Dans le monde	32
2. En Algérie	34
3. Dans la région de Tizi-Ouzou.....	35
Conclusion.....	37

Références bibliographiques

Introduction

La pomme de 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).

Selon Lim (2016), la pomme de terre est originaire des régions Andines de Pérou et Bolivie. Elle a été introduite en Espagne depuis l'Amérique du Sud dans la seconde moitié du 6^{ème} siècle. Cette culture est cultivée à grande échelle dans 130 pays. Aujourd'hui, la pomme de terre est la quatrième culture la plus importante au monde après le riz, le maïs et le blé, avec une valeur de production totale de 63,6 milliards de dollars américains en 2016. La production mondiale annuelle de pommes de terre a été de 368 millions de tonnes en 2018 (Dobnik et *al.*, 2021).

Selon Lahouel (2015), la pomme de terre est une culture prometteuse qui offre de nombreux atouts. D'un point de vue agronomique, sa culture est aisée, son potentiel de rendement est important (20 à 30 t/ha), d'un point de vue nutritionnel, elle se classe parmi les plantes à tubercules les plus nutritives avec une teneur énergétique élevée, et d'un point de vue commercial, elle est très appréciée par les populations et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs.

La pomme de terre est l'une des sources de nourriture les plus importantes et les plus courantes pour l'homme, elle est devenue un aliment vital pour de nombreuses populations mondiales (Saidi et Hajibarat, 2020).

En Algérie, la pomme de terre occupe une place intéressante dans la nouvelle politique de renouveau agricole. Cette culture reste parmi les espèces maraichères qui occupe une place stratégique tant par l'importance qu'elle occupe dans l'alimentation, les superficies qui lui sont consacrés, l'emploi qu'elle procure, que par les volumes financiers qui sont mobilisés annuellement pour sa production locale ou son importation. La production de la pomme de terre en Algérie ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui engendre une dépendance vis-à-vis de l'étranger notamment en matière semence (Chauvin et *al.*, 2008).

Parmi les principales causes de cette faible production nationale, nous pouvons citer différents problèmes phytosanitaires qu'ils soient d'origine végétale ou animale dont le plus redoutable est *Phthorimaea operculella* Zeller (1873), microlépidoptère de la famille des Gelechiidae qui est l'un des ravageurs les plus destructeurs de la pomme de terre dans les régions tropicales et subtropicales (Golasadeh et *al.*, 2014).

Les larves minent les feuilles, les tiges, les pétioles et creusent des tunnels dans les tubercules de pomme de terre, ce qui aboutit à une réduction du rendement et à la destruction totale de la plante (Rondon, 2010).

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 bio-écologie de la teigne de la pomme de terre. Notre travail a comme objectif de faire une synthèse bibliographique des travaux effectués sur la pomme de terre *P. operculella* et sa bio-écologie.

Notre travail est chargé de trois chapitres, le premier porte sur les données bibliographiques de la plante hôte *Solanum tuberosum* L., le second présente le ravageur de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (1873), et le troisième chapitre est une synthèse bibliographique sur différents travaux de recherche réalisés sur la bio-écologie de la teigne de la pomme de terre en plein champs dans le monde et en Algérie. Notre travail se termine par une conclusion.

Chapitre I

Généralités sur la pomme de terre

1. Origine et historique

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

Entre 1532 et 1572 les conquistadors espagnols, pensaient amener en Europe de l'or trouvé au Pérou, mais ce qu'ils ramenaient en fait, était de la pomme de terre (Oswaldo, 2010). Cependant, la date exacte de son introduction n'est pas connue, il est probable que sa première culture sur le vieux continent ait eu lieu vers 1570 en Espagne (Thorez, 2000). Au début du XVIII^{ème} siècle, les émigrants Irlandais apportèrent le tubercule aux États-Unis. Ce n'est seulement qu'à partir du XVIII^{ème} siècle, que la culture de la pomme de terre fut implantée en Europe et qu'au XIX^{ème} siècle, qu'elle connaît un réel succès, grâce à son rôle déterminant dans la révolution industrielle. En effet, cet aliment bon marché et abondant convenait parfaitement aux ouvriers (Oswaldo, 2010).

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 ; n'ayant pas suscité d'intérêt, elle est tombée dans l'oubli pendant longtemps. Au cours de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les colons vont cultiver la pomme de terre pour leurs besoins et c'est au cours de la dernière grande famine des années 1930/1940 que cette plante est devenue plus cultivée (Meziane, 1991).

2. Botanique et taxonomie

Le nom botanique de la pomme de terre est *Solanum tuberosum* L., elle appartient à la famille des Solanacées. Le genre *Solanum* regroupe environ 2000 espèces dont plus de 200 sont tubéreuses (Hawkes, 1990).

Selon Cronquist (1981), la pomme de terre est classée comme suivant :

Règne :.....	Plantae
Sous-règne :.....	Tracheobionta
Division :.....	Magnoliophita
Classe :.....	Magnoliopsida
Sous-classe :.....	Asteridae
Ordre :.....	Solanales
Famille :.....	Solanaceae
Sous-famille:.....	Solanoideae
Genre:.....	<i>Solanum</i>
Espèce:.....	<i>Solanum tuberosum</i>

3. Origine génétique

Les différentes variétés de pomme de terre cultivées sont originaires d'Amérique du sud. Le nombre de chromosome de base est 12 et des espèces allant du niveau diploïde ($2n=24$) jusqu'au niveau pentaploïde ($2n=60$) sont trouvées. L'espèce cultivée actuellement hors de l'Amérique du sud serait une sous-espèce de *S. tuberosum* ssp, par sélection au fil des siècles pour l'adaptation aux jours longs (Rousselle et *al.*, 1996).

4. Variétés

Le nombre de variétés de pomme de terre est extrêmement élevé et se révèle d'ailleurs très fluctuant, chaque année de nouvelles variétés faisant leur apparition alors que d'autres sont abandonnées du catalogue officiel (Laumonnier, 1979). D'après Anonyme (2008), il existe des milliers de variétés de *S. tuberosum* qui sont très différentes par leur taille, leur forme, leur couleur, leur usage culinaire et leur goût (Tab.1). Chaque variété repose sur une description officielle basée sur de nombreux caractères morphologiques et quelques caractères physiologiques, qui leur permettent d'être toujours différenciable visuellement des autres variétés (Péron, 2006).

Tableau 1. Liste de quelques variétés de pomme de terre homologuées dans le monde et leurs caractéristiques (Anonyme, 2008).

Variété	Caractéristique
Atahualpa	Cultivée au Pérou, rendement élevé
Nicola	Variété hollandaise courante
Russet Burbank	Un classique Américain
Lapin puikula	Cultivée en Finlande
Yukon Gold	Variété canadienne, chair Jaune et crémeuse
Tubira	Cultivée en Afrique de l'Ouest, chair blanche, peau rose, bon rendement
Vitelotte	Variété Française, prisée des gourmets, peau bleu foncé et chair violette
Royal Jersey	De Jersey, c'est le seul légume anglais doté d'une appellation d'origine de l'UE
Kipfler	Originaire d'Allemagne, forme allongée, chair crème
Papa Colorada	Introduite aux îles canaries en 1567 par les bateaux espagnols de passage
Maris Bard	Cultivée au Royaume unis, chair blanche, texture douce et ferme
Désirée	Peau rouge, chair jaune
Spunta	Variété commerciale
Mondial	Variété hollandaise à la peau lisse

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

5. Description botanique et morphologique

Les différentes espèces et variétés de la pomme de terre ont des caractéristiques botaniques différentes (Fig.1). C'est pour cela qu'il est important de bien connaître les différentes parties de la plante (Anonyme, 2008).

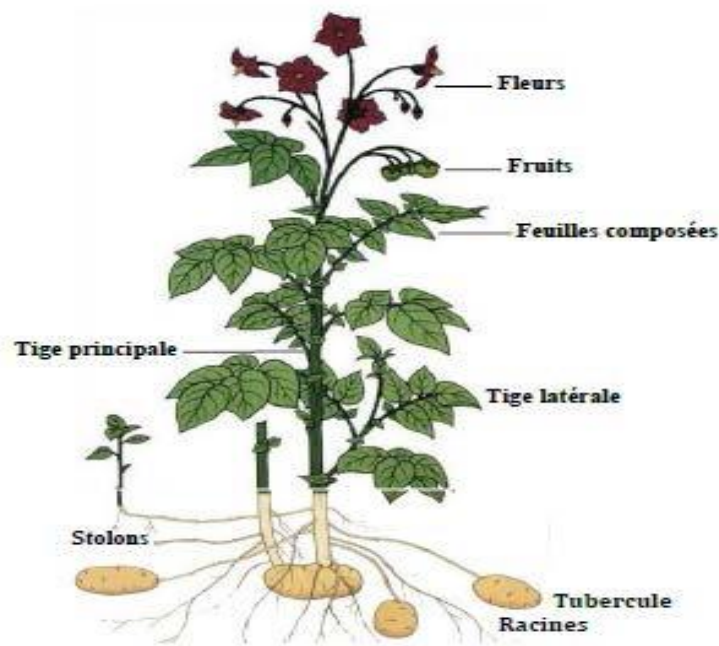


Figure 1. Morphologie du plant de pomme de terre *Solanum tuberosum* (Mbairanoudji et al., 2007).

5.1. Partie aérienne

La tige peut être entièrement verte, mais dans certains cas elle possède des pigments rouges violacés (Khaldi et Seghiri, 2006). Les tiges aériennes au nombre de 2 à 10, parfois plus, ont un port plus au moins dressé et une section irrégulière (Soltner, 1979). Les feuilles sont de type composé de longueur entre 10 et 15 cm et comprennent 3 à 5 paires de folioles avec une foliole terminale (Cherifi, 1989).

Les folioles présentent de nombreux caractères distincts, mais assez fluctuants notamment, leur nombre, leur forme, leur couleur, leur pilosité et la longueur de leurs pétioles. Les jeunes feuilles sont densément recouvertes de poils soit longs et droits, soit court et de type glandulaire (trichomes) (Cutter, 1978).

Les fleurs regroupées en cyme sont rarement fructifères, toutefois l'abondance de la fructification dépend de la variété. Les fleurs sont généralement de couleur blanche, rose, bleue ou lilas violacé (Fig. 2). En général les variétés à peau blanche ont des fleurs blanches, tandis que les variétés à peau colorée ont des fleurs colorées (Nyabyenda, 2005) ;



Figure 2. Morphologie des feuilles et inflorescences de la pomme de terre (Ait Messaoud et Hamdi, 2016).

Les fruits sont des baies sphériques vertes, contenant de nombreuses graines plates de forme ovale (Chelha, 2000) (Fig. 3), au nombre de 200 graines environ (Rousselle et *al.*, 1992).

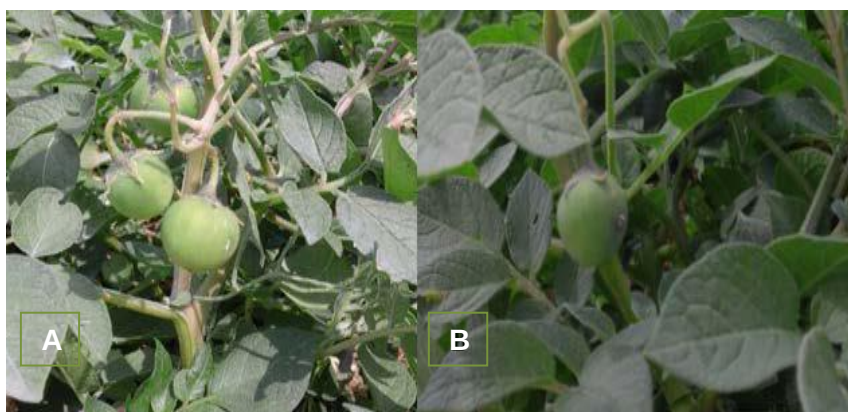


Figure 3. Morphologie du fruit de pomme de terre (baie) (Ait Messaoud et Hamdi, 2016). **A** : une baie de la variété Crisper, **B** : une baie de la variété Désirée

5.2. Partie souterraine

De nombreuses racines adventives, fasciculées, naissent au niveau des nœuds enterrés des tiges feuillées et stolons ou au niveau des yeux directement sur les tubercules de pomme de terre (Rousselle et *al.*, 1996).

Les stolons sont des tiges latérales qui prennent naissance à partir des bourgeons latéraux du tubercule mère et donnent naissance par la suite à la formation des tubercules fils (Kebaili et *al.*, 2009).

Du point de vue morphologique, les tubercules sont des tiges modifiées et ils représentent l'organe principal de réserve de la plante de la pomme de terre. Un tubercule a 2 extrémités, le talon est rattaché au stolon et à l'opposé se trouve l'extrémité apicale ou distale ou couronne (Sauyer, 1972). Les tubercules représentent environ 75% à 85% de la matière sèche totale de la plante (Rousselle et *al.*, 1996).

En coupe longitudinale d'un tubercule mature (Fig. 4), on distingue de l'intérieur vers l'extérieur : l'épiderme, le cortex ou parenchyme cortical, l'anneau vasculaire composé de phloème externe, de xylème et de parenchyme vasculaire. On peut aussi remarquer la zone péri-médullaire ou parenchyme péri-médullaire contenant le phloème interne et enfin, la moelle ou parenchyme médullaire (Rousselle et *al.*, 1996).

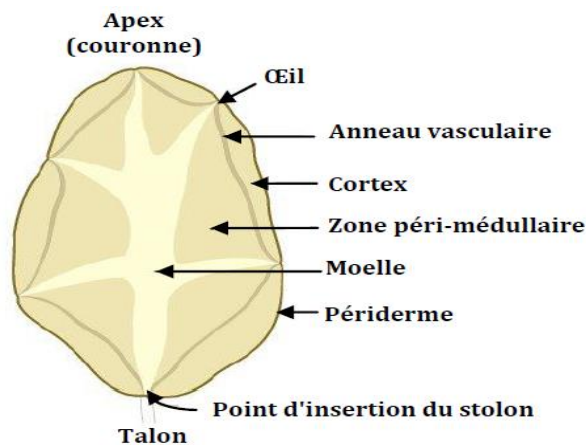


Figure 4. Coupe longitudinale d'un tubercule de la pomme de terre (Boufares, 2012).

La couleur de la peau des tubercules de pomme de terre est généralement jaune, mais peut être rouge, noire, brune ou bien rose. La forme est de trois types : claviformes, arrondies ou bien oblongues (Rousselle et *al.*, 1992).

6. Cycle de reproduction

La pomme de terre peut se reproduire soit par graine (reproduction sexuée) ou par multiplication végétative.

6.1. Cycle sexué

La reproduction par graine est très peu pratiquée dans le milieu agricole cependant la graine est l'outil de création variétale (Soltner, 2005).

La germination est épigée et les cotylédons sont portés au-dessus du sol, par le développement de l'hypo-cotyle, en conditions favorables. Quand la jeune plante a seulement quelque centimètre de hauteur, les stolons commencent à se développer d'abord au niveau des cotylédons puis aux aisselles situés au-dessus, et s'enfoncent dans le sol pour donner des tubercules (Bernhards, 1998).

6.2. Cycle végétatif ou de développement

Le tubercule n'est pas seulement un organe de réserve, c'est aussi un organe qui sert à la multiplication végétative.

6.2.1. Repos végétatif et dormance

A partir de sa récolte, les tubercules entrent en phase de repos végétatif, pendant laquelle ils sont incapables de germer même dans des conditions de milieu favorables à la germination, comme une température et une humidité élevée ; puis ils passent une période de dormance pendant laquelle le tubercule peut être maintenu sans germination par l'application de conditions sub-optimales ; la durée de repos végétatif dépend en particulier du génotype (Rousselle et *al.*, 1996).

6.2.2. Germination

La germination se traduit par la levée de dormance. Le tubercule, après maturation physiologique interne, devient capable d'émettre à partir des yeux, des bourgeons qui constituent les futures tiges aériennes (Rousselle et *al.*, 1996). D'après Péron (2006), l'incubation du germe est le temps qui s'écoulera entre le départ de la végétation et la formation des ébauches de tubercule à la base du germe.

6.2.3. Tubérisation et croissance des tubercules

Le tubercule est la justification économique de la culture de pomme de terre puisqu'il constitue la partie alimentaire de la plante et en même temps, son organe de propagation le plus fréquent. Ce phénomène de tubérisation 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 atteint le double de celui des stolons qui les portent. Outre les processus de multiplication cellulaire, le grossissement des ébauches de tubercules s'effectue par accumulation dans les tissus des substances de réserve synthétisées par le feuillage. Ce

grossissement ralentit, puis s'arrête au cours de la sénescence du feuillage (Bernhards, 1998). La figure suivante résume les différents stades de développement de la pomme de terre.

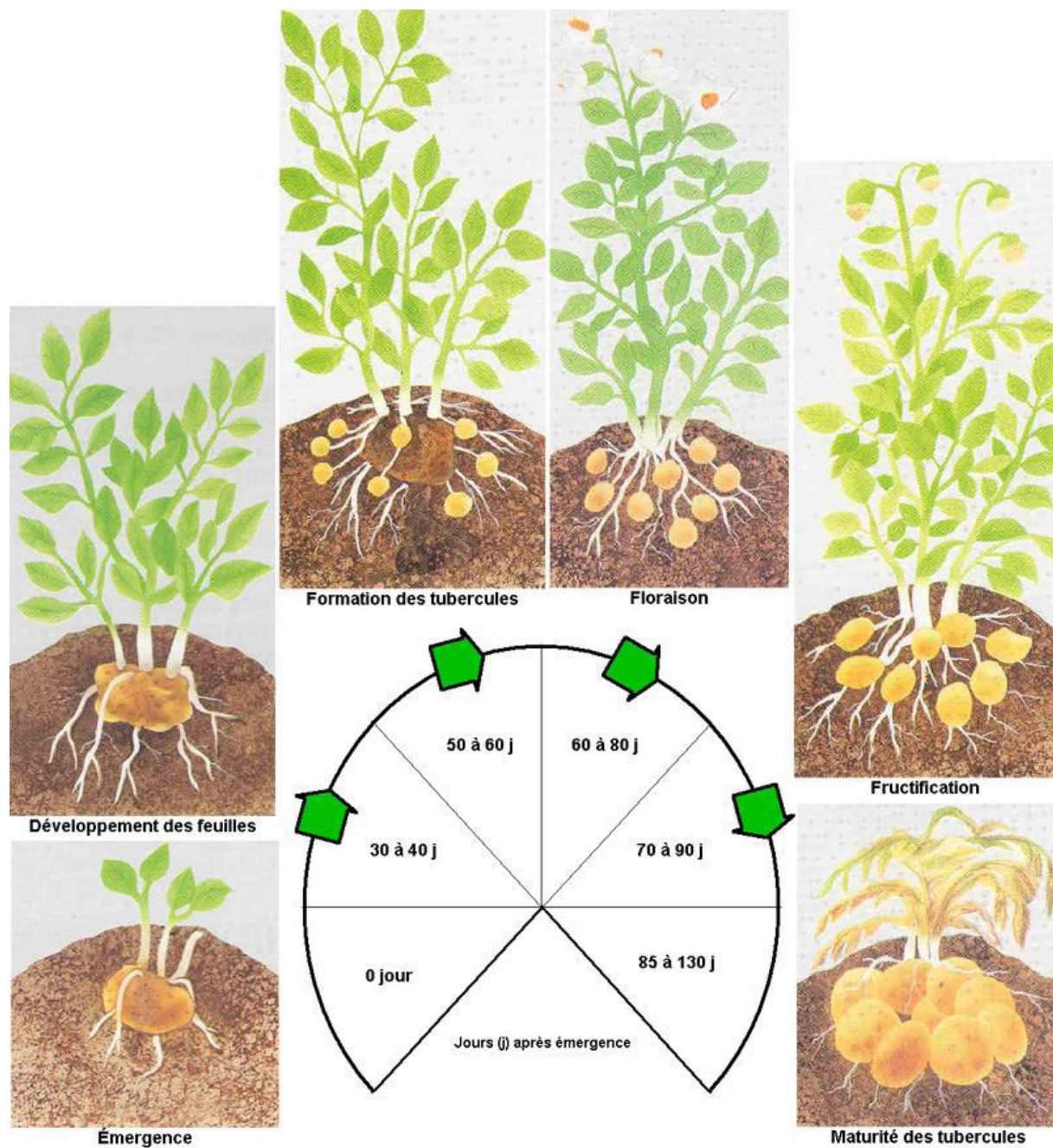


Figure 5. Cycle de vie de la pomme de terre (Soltner, 2005).

7. Exigences de la culture de pomme de terre

7.1. Exigences climatiques

La pomme de terre est une plante rustique qui est susceptible de se développer dans les régions les plus variées. Son aire d'adaptation va des régions subtropicales aux plus froides.

Cependant, notons que c'est sous les climats tempérés, humides et brumeux qu'elle réussit mieux les récoltes (Laumonnier, 1997).

7.1.1. Température

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

7.1.2. Lumière

Elle intervient par son effet photopériodique dans l'induction de la tubérisation et par son intensité dans l'activité photosynthétique (Rousselle et *al.*, 1996). Chibane (1999) rapporte que la croissance végétative de la pomme de terre est favorisée par la longueur du jour élevée (14 à 18h) et une photopériode inférieure à 12h favorise la tubérisation. L'effet du jour peut être atténué par les basses températures.

7.1.3. Humidité

Les besoins en eau sont importants, notamment entre le 50^{ème} et le 90^{ème} jour de sa végétation qui correspond au moment où se produisent la formation puis le grossissement du tubercule (Laumonnier, 1997). Il est important de maintenir un niveau d'humidité du sol relativement élevé pour assurer un rendement optimal, un cycle végétatif de 120 à 150 nécessite 500 à 700 mm d'eau (Sauyer, 1972).

Pour Laumonnier (1979), les pluies abondantes sont nuisibles à la culture de pomme de terre car elles provoquent soit un développement foliacé trop considérable, soit la pousse des jeunes tubercules qui se forment.

7.2. Exigences édaphiques

7.2.1. Structure et texture du sol

Un sol très léger n'est pas capable de retenir suffisamment l'humidité pour les besoins de la plante, alors qu'un sol trop lourd souvent trop humide, favorise le développement du mildiou, de plus il présente l'inconvénient de gêner l'arrachage des tubercules et d'être difficiles à travailler (Laumonnier, 1979).

La pomme de terre est assez exigeante et pousse mieux en sols très profonds, bien drainés et fertiles. Les sols peuvent être sablonneux ou riche en humus (Nyabyenda, 2005).

7.2.2. Potentiel hydrique

Contrairement à d'autres cultures, la pomme de terre ne craint pas les sols acides. Elle préfère même les pH légèrement acides (Darpoux et Dubelley, 1967). La nature du sol influe beaucoup sur la qualité des tubercules et sur les rendements.

7.2.3. Salinité

D'après Haverkorte et Moussaoui (1994), la pomme de terre est relativement sensible à la présence des sels dans les sols ou dans l'eau d'irrigation. La présence de 4g de NaCl par litre d'eau peut engendrer une réduction de la production allant jusqu'à 50%. On peut réduire la salinité d'un sol en lessivant avant de cultiver la pomme de terre avec une eau d'irrigation ne contenant pas du sel. Lorsque la teneur en sel est élevée, le point de flétrissement est atteint rapidement.

8. Techniques culturales de la pomme de terre

8.1. Plantation et buttage

Les tubercules sont disposés en rangs, espacés de 70cm à 75cm et placés tous les 30cm sur le même rang, à 10cm de profondeur; utilisant des tubercules germés de 28-35mm. Un hectare de culture de pomme de terre nécessite environ 2000 à 2400 Kg de semences (Regueig, 2008). Le buttage est respectivement réalisé en une étape lors de la plantation ou en deux étapes espacées de 10 à 15 jours (Rousselle et *al.*, 1996).

8.2 Binage

D'après Bamouh (1999), pour une bonne production, la culture de pomme de terre demande une terre propre. L'opération consiste à prélever toutes les mauvaises herbes poussant entre les lignes avec la charrue et la sape entre les plants. Le 1er binage se fait 2 à 3 semaines après la levée, puis il est répété chaque fois qu'on irrigue. Il faut veiller à ne pas toucher le système racinaire et les tubercules nouvellement formés.

8.3. Irrigation

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante en assurant le transport des éléments minéraux, le transport des produits photosynthétiques, la transpiration et la régulation thermique au niveau des feuilles.

En comparaison avec les autres cultures maraîchères, la pomme de terre est très sensible à la fois au déficit hydrique et à l'excès d'eau. Une courte durée de sécheresse peut affecter sérieusement la production. De même un excédent d'eau entraîne l'asphyxie des racines et la pourriture des tubercules. Une forte humidité favorise aussi le développement du mildiou. Des variations excessives de l'humidité du sol influencent la qualité en provoquant la croissance secondaire des tubercules (Bamouh, 1999). Les besoins en eau se situent aux environs de 3 à 4 mm d'eau /jour avant la tubérisation et de 5 à 6mm/jour dès la formation des tubercules. Les besoins totaux atteignent environ 455 mm (Pavis et Patrice, 2003).

8.4. Fertilisation

L'utilisation des engrais chimiques dépend de la richesse du sol en éléments nutritifs. La pomme de terre peut, cependant, tirer profit d'une application de fumure organique au début de la nouvelle rotation, qui lui apportera les éléments nutritifs dont elle a besoin et maintiendra la structure du sol. Il convient d'évaluer correctement les besoins en fertilisants en fonction du rendement escompté, du potentiel de la variété, et de l'utilisation des tubercules récoltés (FAO, 2008).

9. Importance de la pomme de terre

Cultivée dans plus de 150 pays, la pomme de terre joue un rôle clé dans le système alimentaire mondial. Elle vient en 4^{ème} position après le blé, le riz et le maïs qui constituent la base de l'alimentation humaine (FAO, 2015).

9.1. Importance économique

9.1.1. Dans le monde

Selon FAO (2008), c'est en 2005, pour la première fois, que la production de la pomme de terre a connu un développement dans le monde avec une production de 161,5 millions de tonnes. La Chine est devenue le 1^{er} producteur avec 23% de la production mondiale, ensuite

viennent la Russie 11%, l'Inde 8%, l'Ukraine, les Etats-Unis puis l'Allemagne et enfin la Pologne.

En 2013, la production mondiale de pomme de terre est estimée à 368.1 millions de tonnes, pour une surface cultivée de 19.4 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 18.9 tonne par hectare. Ce chiffre n'inclut pas les plants (semences) qui représentent 32.2 millions de tonnes. C'est la chine qui occupe le premier rang des pays producteurs avec une production qui atteint 88.9 millions de tonnes en 2013 (FAO, 2015).

L'Asie et l'Europe restent les deux principales régions productrices de pommes de terre du monde, elles fournissent plus de 80% de la production mondiale en 2012-2013 (Fig. 6).

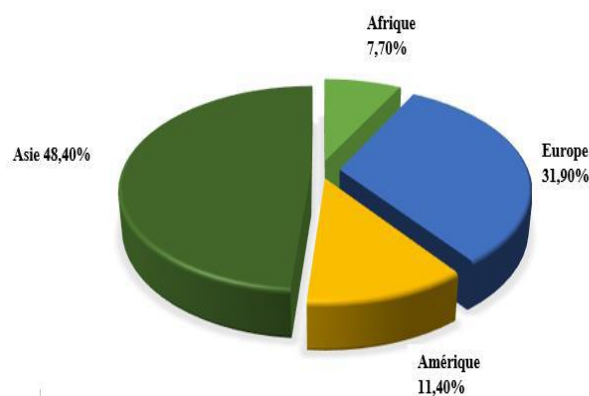


Figure 6. Répartition spatiale de la pomme de terre dans le monde (établie d'après les données de FAOSTAT (2014)).

Selon la Fao (2019), la production mondiale est passée de moins de 30 millions de tonnes au début des années 60 à plus de 388 millions de tonnes en 2017 (Fig. 7).

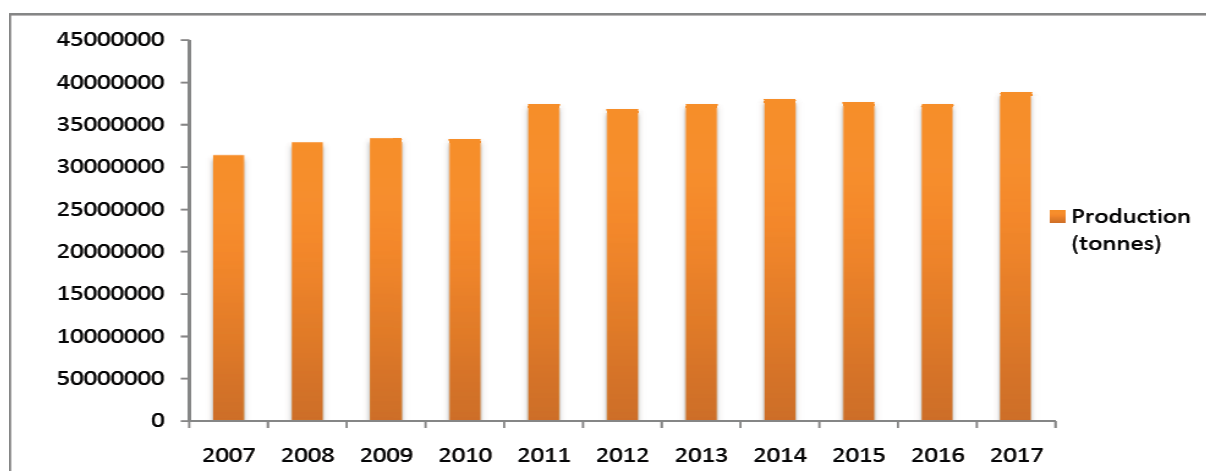


Figure 7. Production mondiale de la pomme de terre entre 2007 et 2017 (FAO, 2019 in Lamara Mahamed, 2020).

9.1.2. En Algérie

La pomme de terre est l'un des produits les plus importants pour l'alimentation de la population algérienne, elle occupe la deuxième place après le blé (Kechid, 2005).

En Algérie, la pomme de terre est surtout cultivée sur la côte méditerranéenne qui jouit d'un climat tempéré propice à sa culture tout au long de l'année. Elle est aussi cultivée à 500 mètres d'altitude sur les montagnes et les vallées entre la côte et les monts de l'Atlas ainsi que sur les Hauts plateaux (Kebaili et *al.*, 2009).

D'après ITCMI (2010), les principales wilayas productrices de pomme de terre en Algérie sont : Boumerdès, Tipaza, Skikda, Alger, Mostaganem, Tlemcen, Ain-defla, Mascara, Mila, Souk-ahras, Sétif, Tizi-ouzou, Tiaret, M'sila, Batna, Chlef, Bouira, El-oued. Guelma et Djelfa.

En 2013, l'Algérie a occupé la deuxième place, après l'Égypte, dans la production de la pomme de terre en Afrique. La production nationale durant la 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. L'accroissement du rendement est aussi très significatif, de 21.20 tonnes par hectare en 2003 à 31.43 tonnes par hectare en 2013; c'est en dehors de la production de semences qui montre aussi une nette augmentation durant cette période (FAO, 2015).

Malgré cette nette augmentation des rendements, la production nationale n'arrive pas à satisfaire les besoins nationaux en semences de pomme de terre. Rappelons que 80% des besoins en semences proviennent de l'importation (d'un montant de 60 millions d'Euros); signalons également que l'auto-approvisionnement en semences représenterait un taux variant entre 10 et 20% de la production locale, ce volet ne concernant que la tranche d'arrière-saison et une partie de la tranche primeur (MADR, 2010).

Selon les données de MADR (2019), la superficie plantée de pomme de terre au cours de la saison 2017-2018 était de 67 934 hectares, identique à la saison précédente et la production enregistrée est d'environ 20,5 millions de quintaux (Fig. 8).

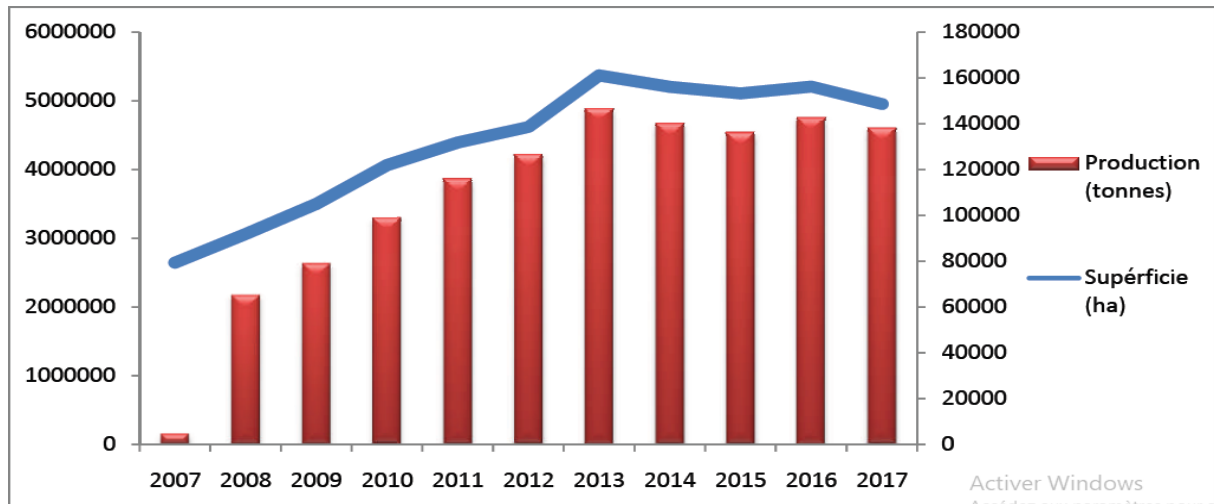


Figure 8. Productions et superficies de la culture de pomme de terre en Algérie de 2007 à 2017 (Lamara Mahamed, 2020 in Fao, 2019).

9.2. Importance nutritionnelle

La pomme de terre apporte des principes nutritifs qui en font un produit presque indispensable à notre alimentation, elle est également la base du régime alimentaire de plusieurs groupes culturels (Kechid, 2005). Grâce à l'amidon, la pomme de terre représente une bonne source d'énergie, elle contient environ 90 kcal pour 100g donc elle est peu calorique en comparant à d'autres céréales (100 à 250 kcal pour le pain, les pâtes et le riz) (Oswaldo, 2010).

La pomme de terre possède une bonne valeur énergétique qui est rapidement assimilée par l'organisme, pauvre en protéines mais riche en vitamines C, potassium et en sels minéraux (Rousselle et *al.*, 1996).

Le tubercule de pomme de terre est composé de 75 à 82 % d'eau et de 18 à 25% de matière sèche (Amrar, 2013). La pomme de terre contient des glucides complexes, réserves de glucides végétaux sous forme d'amidon, des acides aminés, protéines, vitamines (C et B), sels minéraux (K, P, Ca, Mg), acides gras et organiques (citrique, ascorbique) (Tab. 2) (Oswaldo, 2010).

Tableau 2. Apport nutritionnel moyen de la pomme de terre pour 100 g cuites à l'eau (Oswaldo, 2010).

Elément	Quantité
Valeur énergétique	86 KCAL
Glucides	19g
Protéines	2g
Lipides	0,1g
Vitamines (mg)	
B1	0 ,11
B2	0 ,04
B3	1,2
B6	0,2
C	13
Minéraux (mg)	
Potassium (K)	410
Magnésium (Mg)	27
Fer (Fe)	0,8
Manganèse (Mn)	0,17
Cuivre (Cu)	0,16

La figure suivante résume la composition moyenne de la pomme de terre en éléments nutritifs :



Figure 09. Valeurs nutritionnelles de pomme de terre (Ciquel, 2013).

10. Maladies et ravageurs

Comme toutes les cultures, la pomme de terre est soumise à l'attaque de plusieurs maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts importants dont les plus rencontrés sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3. Principales maladies et ennemis qui touchent la pomme de terre, leurs symptômes et les moyens de lutte (Moule, 1972 ; Soltner, 1979 ; Anonyme, 1979 ; Soltner, 1990 ; Rousselle et *al.*, 1996 ; Anonyme, 1998 ; Isabelle, 2021).

Maladies	Symptômes	Méthodes de lutte
1. Virales		
Virus de l'enroulement de la pomme terre (PLRV)	-Enroulement des feuilles avec une couleur jaune pâle ou pourpre rougeâtre. -Nécrose du système vasculaire -Chlorose marginale et interne.	-Epuration des touffes malades. -Application d'insecticide Systémique.

Virus Y et virus A (PVY et PVA)	-Mosaïque sur les feuilles. -Recourbement des feuilles.	-Sélection clonale. -Epuration des touffes malades. -Application des cultivars résistants.
Mosaïque rugueuse et frisolée : infection complexe entre virus X et Y et entre virus X et A	-Mosaïque sur le feuillage -Feuilles tachetées de bandes décolorées et de nécrose. -Déformation et plissement des feuilles.	- Utilisation des plants sains.
Mosaïque (virus X, Set M) X(PVX).S(PVS).M(PVM).	-Mosaïque légère, tacheture et faible éclaircissement des nervures sur le feuillage. -Déformation des feuilles.	-Sélection clonale.
Virus MOP TOP (PMTV)	-Anneaux bruns et nécrotiques sur les tubercules. -Taches brunes, jaune brillant sur les feuilles	-Traitement des sols infectés à l'aide de calomel, de sulfure ou oxyde de zinc. -Epuration des touffes malades.
2. Bactériennes		
La jambe noire et la pourriture molle (Lenticellose)	-Nécrose et coloration noire. -ramollissement des tissus associé ou non à un jaunissement, enroulement et un flétrissement des feuilles. -Les pourritures molles.	-Recherche des conditions défavorable à la multiplication et la transmission de la maladie. -Une hygiène générale rigoureuse. -Rotation suffisante, fumure sans excès d'azote et éviter les excès d'humidité et la blessure.
La pourriture brune et le flétrissement bactérien.	-Une étroite zone vitreuse jaune, en partie nettement brune et suivante le trace de l'anneau vasculaire.	
3. Fongiques		
Mildiou	-Taches brunes et huileuses sur la face supérieure des feuilles et duvet blanc sur la face	-Eliminer les plantes malades, éviter l'excès d'azote. -Lutter contre les mauvaises herbes.

(<i>Phytophthora infestans</i>)	inférieure. Taches brunes à grises puis zones de pourriture sur les tubercules.	-Utiliser des semences saines et effectuer un bon buttage.
Rhizoctone brun et noir (<i>Rhizoctonia solani</i>)	-Absence ou retard des levées des plants, taches sur les germes et les tubercules, enroulement et jaunissement des feuilles, formation de tubercules aériens.	-Achetez des plants certifiés sains, plantez sur un sol réchauffé, arrachez les feuilles dès la fin de végétation et pratiquez une rotation des cultures sur 3 ans minimum.
4. Ravageurs		
Pucerons	-Petites tâches, pâle et léger enroulement des feuilles. -Ce sont des vecteurs des maladies.	-Cultiver les plants dans des régions peu propices aux pucerons. -Lutte chimique précoce dès l'installation de premières colonies, avec un aphicide à action systémique.
Taupins	-Colonies étroites de 1 à 2 dans les tubercules.	-Désinfecter les sols à l'aide d'un insecticide autorisé seulement si le nombre des larves dépasse 30 à 40 au même carré.
Vers blancs	-Galeries larges, tapissées de fils soyeux, et renfermant des excréments noirâtres	-Si le nombre dépasse 4 à 6 au mètre carré.
La teigne de la pomme de terre <i>Phthorimaea operculella</i> Zeller	-Galeries sur les feuilles, tiges, pétioles et les tubercules	-La rotation des cultures. -Un bon buttage en période de croissance et une bonne irrigation. -L'utilisation d'ennemies naturels. -L'utilisation des produits chimiques.

Le chapitre II fera l'objet d'une revue bibliographique sur l'un des insectes ravageurs les plus redoutables de la pomme de terre à savoir *Phthorimaea operculella* Zeller (1873).

Chapitre II

Généralités sur la teigne de la pomme de terre

1. Généralités sur les Lépidoptères

Les Lépidoptères, appelés communément papillons, du nom du dernier stade auquel ils parviennent, forment un ordre d'insectes au corps allongé, couvert d'écailles, à tête arrondie ils possèdent deux antennes composées d'articles, deux yeux ovales, un abdomen mou, allongé, ovale ou presque cylindrique, quatre grandes ailes écailleuses triangulaires, les pattes au nombre de six sont parfois semblables (Anonyme, 2006).

Les micro-lépidoptères réunissent des espèces de papillons qui n'ont en commun que d'être petits à très petits. Ce sont des holométaboles, leur cycle de développement passe par 4 stades successifs différents : l'œuf, la larve (chenille), la chrysalide (pupe) et l'imago ou le papillon. Leur régime alimentaire est essentiellement phytophage, mais ils peuvent être détritophages ou se nourrir de matières organiques (laine, cuir...etc.) (Foussard, 2013).

2. Teigne de la pomme de terre

La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (1873) est un lépidoptère de la famille de Gelechiidae de 10 à 15 millimètres d'envergure, présent dans toutes les régions tropicales et subtropicales (Rousselle et al., 1996).

Ce prédateur considéré comme l'un des principaux ravageurs cause des pertes importantes pour les récoltes de pomme de terre sur le champ et dans les lieux de stockage. Ce ravageur est présent toute l'année et les larves endommagent les feuilles, les brindilles et les tubercules, elles attaquent également d'autres espèces de Solanacées cultivées telles que : l'aubergine, le poivron, le tabac et la tomate (Alexandre et al., 2010).

3. Systématique de la teigne de la pomme de terre

Ndiaye (1997) rappelle la position systématique de la teigne de la pomme de terre comme suit :

Règne :.....	Animalia
Embranchement :.....	Arthropoda
Classe :.....	Insecta
Ordre :.....	Lepidoptera
Sous ordre :.....	Micro-Lepidoptera
Super famille :.....	Tineoidae
Famille :.....	Gelechiidae
Genre :.....	<i>Phthorimaea</i>
Espèce :.....	<i>Phthorimaea operculella</i> Zeller (1873).

4. Description de la teigne de la pomme de terre

4.1. Œuf

Les œufs sont petits 0.5mm de diamètre de couleurs variant du blanc au jaune (Fig. 10) ; ils sont déposés individuellement ou en petits groupes à différents endroits : sur la face inférieure des feuilles, sur les tiges, sur les tubercules près des yeux (au champ ou dans les lieux de stockages) (Raman et Booth, 1986).



Figure 10. Œuf de la teigne de la pomme de terre (Gx40) (Lamara Mahamed, 2020).

4.2. Larve

La larve, nouvellement éclos, mesure environ 1 mm de long et la tête très développée par rapport au reste du corps, pratiquement incolore ou à peine teintée de rose pale. Elle a une capsule céphalique et un prothorax fortement noirâtres ou bruns (Fig. 11). A son complet développement, la chenille atteint une longueur variant entre 12 et 15 mm ; son corps devient grisâtre ou légèrement rosé. La tête, le prothorax, le tergite, le segment anal et les pattes thoracique sont noirs (Alvarez et *al.*, 2007). Quatre stades larvaires ont été observés et quatre mues ont eu lieu à travers l'excrétion de la peau larvaire et la capsule de la tête de coulée (Chandel, 2005).

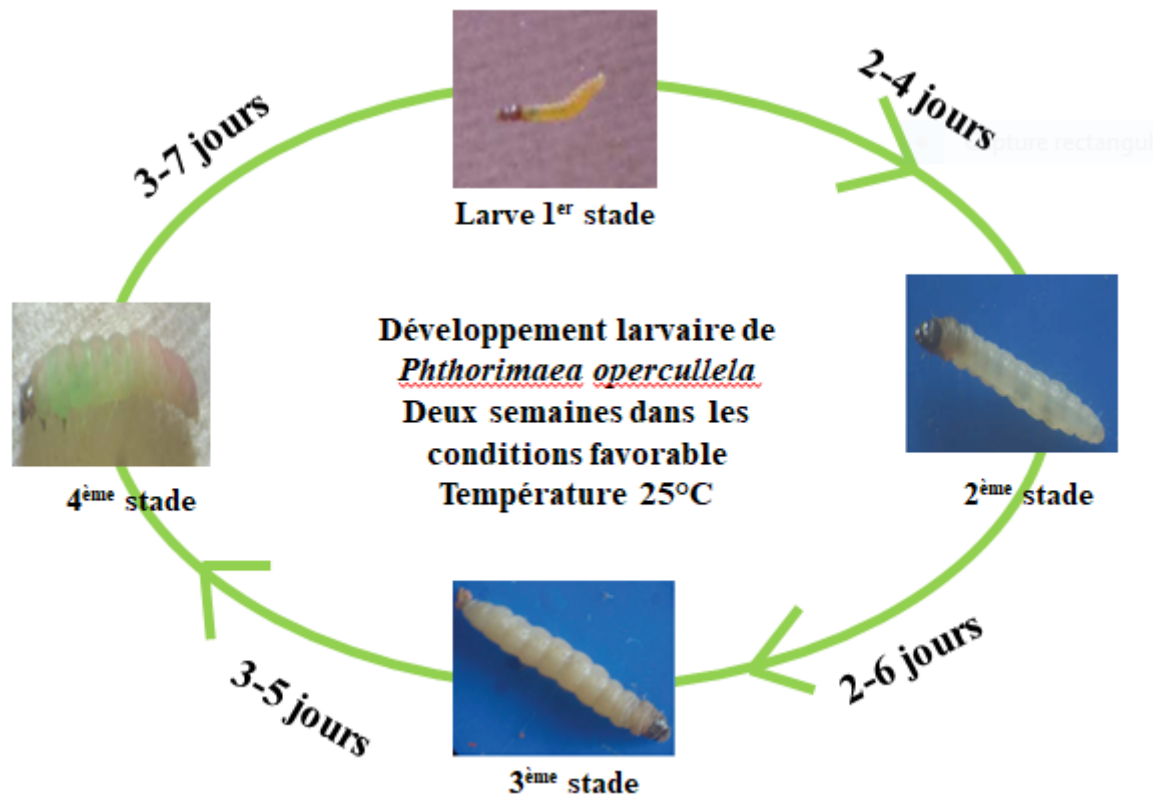


Figure 11. Développement larvaire de *Phthorimaea operculella* (Chandel, 2005).

4.3. Chrysalide

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

Cette pellicule est un cocon de soie blanchâtre, de forme allongée de 13 mm environ, il est solidement fixé au support, à l'intérieur de laquelle la chenille reste quelque temps inactive, en un état de semi torpeur (Fig. 12). Elle se contracte et se transforme en chrysalide d'environ 10 mm de longueur. D'abord vert clair, ensuite plus foncé et acquiert définitivement une couleur brun rouge (Cohic, 1952).



Figure 12. Chrysalide de la teigne de la pomme de terre (Rondon et *al.*, 2007).

4.4. Adulte

D'après Rousselle et *al.* (1996), l'adulte de la teigne de la pomme de terre est un petit papillon gris de 12 à 15 mm d'envergure qui mesure 10 à 12 mm de long (Fig. 13).

Les ailes sont brun grisâtre, frangées et allongées avec de petites taches brunes ou noires. Au repos elles sont tenues près du corps donnant à la teigne une apparence mince (Arshdeep et *al.*, 2014).

Les ailes antérieures sont gris brun avec une minuscule tache sombre et une frange étroite de poils. Les ailes postérieures sont de couleur blanc sale (Raman et Booth, 1986).



Figure 13. Adulte de la teigne de pomme de terre (Alvarez et *al.*, 2005).

5. Dimorphisme sexuel

D'après Badegama et Nagameni (2000), les mâles diffèrent des femelles par une taille légèrement plus petite, un abdomen plus mince, alors que celui de la femelle se termine en cône. Ndiaye (1997) rajoute que les mâles sont munis d'une touffe de soies blanchâtres ou gris clair sur l'extrémité de l'abdomen, celle-ci recouvrant les génitalia (Fig. 14).

La femelle se reconnaît par la présence au niveau médiodorsal de la surface des ailes antérieures, d'une grosse tache due à une agglomération plus dense d'écailles sombres qui prennent la forme X (Raman, 1980 ; Alvarez et *al.*, 2005). Chez le mâle, les ailes antérieures sont maculées de trois petites mouchetures (tâches) alignées légèrement suivant le bord extérieur, et d'autres tâches moins visibles (Ndiaye, 1997).



Figure 14. Dimorphisme sexuel chez les adultes de la teigne de la pomme de terre (Zeller) (Gill et *al.*, 2014). **A** : Femelle, **B** : Mâle

6. Cycle biologique

L'accouplement commence généralement la nuit et peut se répéter plusieurs fois, après une période assez courte de maturation qui est de 10 à 15 heures en été et de 24 heures en hiver (Balachowsky, 1966). Les œufs sont pondus en plusieurs endroits ; les feuilles, la tige ou les tubercules et peuvent être aussi déposés sur un substrat quelconque, comme les sacs de fibre dans lesquels sont stockés les tubercules, une motte de terre ou différents débris.

Les œufs éclosent et les larves pénètrent dans les organes végétatifs du plan (Rousselle et *al.*, 1996).

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

La fécondité, est constatée par Chebil (1983), est plus élevée sur les tubercules que sur les feuilles. 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 passe environ au double (Cohic, 1952).

A l'éclosion, la jeune larve creuse une mine et 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 larvaire, la chenille âgée quitte les tissus aériens et les tubercules ou elle se confectionne un cocon, il est solidement fixée aux supports ; la chenille reste à l'intérieur quelque temps inactif puis se transforme en une chrysalide (Henderson et *al.*, 1999).

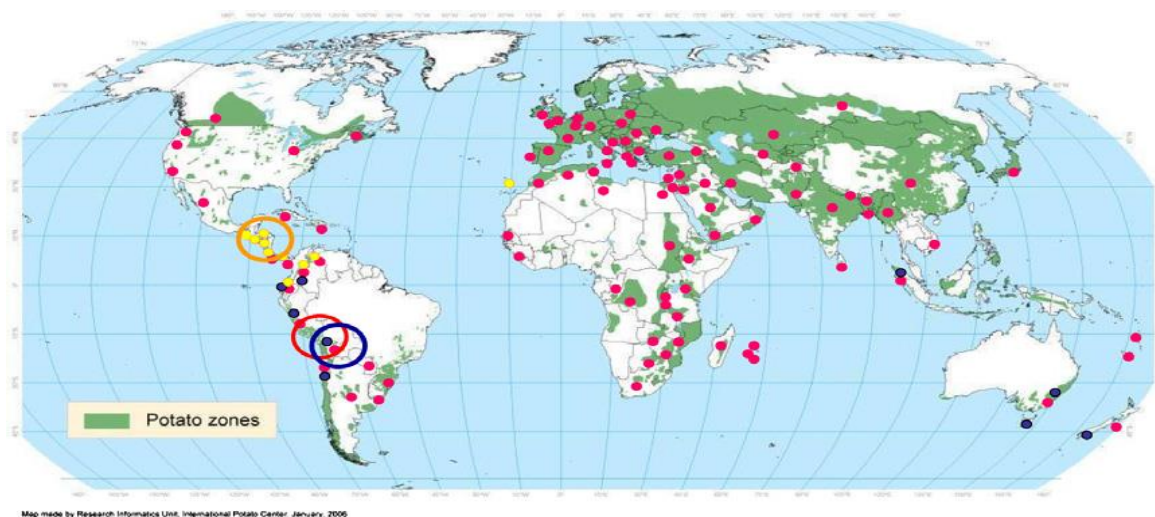
Après la phase nymphale, l'adulte se libère de son cocon, il se nourrit de nectar et de rosée, il vole peu (un vol saccadé en zigzag). L'accouplement débute 24h après sa sortie, et sa durée de vie est d'une à deux semaines (Arshdeep et *al.*, 2014).

7. Répartition géographique

7.1. Dans le monde

La teigne de la pomme de terre est un ravageur largement répandu, il sévit partout où la pomme de terre est cultivée (Ghislain et *al.*, 2003).

Elle est rencontrée dans les zones à climat tropical et subtropical, notamment en Amérique de sud, où se trouve son aire d'origine (Fig. 15), en Amérique du nord, en Asie, de la Turquie au Japon et au sous-continent indien, en Afrique (Afrique du nord, Kenya), en Europe méridionale (du Portugal à la Grèce), ainsi que dans le sud de la partie européenne de la Russie et en Ukraine et en Océanie (Australie, Nouvelle Zélande) (Arshdeep et *al.*, 2014).



○ *Phthorimaea operculella*

Figure 15. Distribution géographique de la teigne de pomme de terre *P.operculella* dans le monde et les zones de production de pomme de terre (Kroschel et Schaub, 2013).

7.2. En Algérie

La teigne de la pomme de terre est commune dans tous les pays du bassin méditerranéen et cause de gros dégâts dans toutes les zones où existent leur plante hôte et aussi dans les stocks de tubercules (ITCMI, 2010).

Selon Anonyme (2010), en Algérie la teigne de la pomme de terre est un ravageur important en raison des dégâts qu'il provoque en plein champs et dans les structures de stockages. Cet insecte a été signalé dans toutes les zones de la pomme de terre ; littoral, sublittoral, atlas tellien et hautes plaines. Les wilayas concernées sont : Boumerdes, Tizi-Ouzou, Alger, Tipaza, Skikda, Mostaganem, Tlemcen, Ain-Defla, Mascara, Mila, Souk-Ahras, Sétif, Tiaret, Batna, Chlef, Bouira, El-Oued, Djelfa et Guelma (Fig. 16).



Figure 16. Distribution de la teigne de la pomme de terre dans le bassin méditerranéen et en Algérie (Ravidat, 2010).

8. Symptômes et dégâts

Les chenilles mineuses s'attaquent à toutes les parties végétatives de diverses solanacées et en particulier la pomme de terre. Au champ, ce ravageur peut provoquer une sérieuse baisse de rendement, et au magasin toute la production peut être perdue (Anonyme, 2013).

Le minage des feuilles est un symptôme caractéristique de *P. operculella*. Les chenilles creusent des galeries plus au moins grandes et transparentes dans les folioles (Fig. 17), et s'y nourrissent du parenchyme. Les dégâts vont de quelques galeries à la cassure des feuilles, des tiges, et parfois même à la destruction totale de la partie aérienne en cas de forte attaques (Taupin, 2004).

Les dommages aux feuilles ne sont pas remarquables et ne sont pas toujours visibles sans une surveillance minutieuse (Rondon et *al.*, 2007).



Figure 17. Galeries de la teigne sur les feuilles de pomme de terre (Lamara Mahamed, 2020).

La teigne infeste les tubercules en déposant leurs œufs près des yeux, les larves de *P. operculella* forent des galeries et des tunnels irréguliers en profondeur ou juste sous la peau du tubercule (Fig.18). L'activité larvaire est souvent distinguée par les excréments caractéristiques déposés près des yeux ou des germes de la pomme de terre. Les dégâts des larves provoquent une perte du poids et de la qualité des tubercules. Les blessures dues aux larves produisent des crevasses à la suite d'une transpiration accrue et d'infections secondaires dues à des microorganismes. Si les tubercules infestés sont stockés sans précautions adéquates, le stock entier risque d'être détruit (Sauter, 1972).



Figure 18. Dégâts de *P. operculella* sur les tubercules de la pomme de terre (Alvarez et al., 2005).

9. Moyens de lutte

Il existe plusieurs moyens de lutte contre la teigne de la pomme de terre, parmi lesquelles nous avons :

9.1. Pratiques culturales

Parmi les techniques culturales pratiquées figurent notamment, la rotation des cultures, le buttage, la date de la dernière irrigation et la date de récolte.

La rotation des cultures est conseillée tous les 5 à 6 ans pour maintenir une bonne teneur du sol en humus, et pour éviter son dessèchement (Anonyme, 1990).

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.

Pour empêcher la pénétration des adultes et des chenilles qui sont repoussées par les conditions d'humidité, une irrigation d'une semaine à 10 jours avant l'arrachage est recommandée (Bensalah et *al.*, 1994). Selon Ali (1993), une irrigation légère pendant quatre dernières semaines avant l'arrachage est le traitement le plus efficace.

D'après Bensalah et *al.* (1994), ces deux techniques de buttages et d'irrigation réduisent l'infestation initiale jusqu'à 50%.

La date d'arrachage influe considérablement sur les pertes en tubercules et leur devenir dans les stocks (Von arx, 1987).

Dans ce cadre, Bensallah et *al.* (1994), ont enregistré des taux d'infestation de l'ordre de 5 à 6% après arrachage précoce et 16,7% de pertes quand l'arrachage est tardif.

9.2. Moyens biologiques

Le contrôle biologique est l'un des principaux moyens de lutte intégrée. *P. operculella* est attaqué par différentes espèces de parasitoïdes appartenant à quatre familles, Braconidae, Ichneumonidae, Encyrtidae et Trichogrammatidae (Ortega et Fernández, 2000).

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

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.

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).

L'utilisation des pièges à phéromones ou des pièges à colle est aussi préconisée ; le piégeage sexuel des papillons mâles de la teigne de la pomme de terre peut diminuer les attaques surtout dans les stocks mais nécessite un piège par 10 m², ce qui est difficilement réalisable (Schoen, 2015). Selon Booth et Raman (1986), ces pièges sont installés dans les champs, et la phéromone du côté opposé au vent afin d'attirer les mâles.

9.3. Moyens chimiques

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 insecticide doit être appliqué. Les produits chimiques recommandés sont les pyréthrénoides pour les tubercules destinés à la semence (Ferro et Boiteau, 1993).

La lutte chimique est employée par pulvérisations du feuillage et du sol, et par pulvérisations ou fumigations des tubercules pendant leur stockage. Les insecticides les plus utilisés sont à base de Pyrethroides, Acéphate, Chlorpyrifos et Profenofos, avec des caractéristiques toxicologiques allant de modérément à extrêmement toxique (Arévalo et Castro, 2003).

Raman et Booth (1986) rajoutent qu'une application foliaire de méthomyl (Lannate) a donné de très bons résultats lors de son application en poudre mouillable à 90% à 1,3 kg de matière active par hectare.

Le chapitre suivant développera la bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *P. opercullela* ; sa connaissance est nécessaire pour réduire les dommages et les pertes sur la culture de la pomme de terre.

Chapitre III

Synthèse bibliographique sur la bio-écologie de la teigne de la pomme de terre

Phthorimaea operculella

Introduction

La teigne de la pomme de terre *P. operculella* est considérée comme l'un des principaux ravageurs qui causent des pertes importantes pour les récoltes de pomme de terre sur le champ et dans les structures de stockages. Dans le but de trouver une lutte appropriée à ce déprédateur, de nombreuses études ont été menées sur la bio-écologie de *P. operculella* dans différents champs agricoles dans le monde ainsi qu'en Algérie.

1. Dans le monde

De nombreuses études ont porté sur la dynamique des populations de *P. operculella* dans des régions différentes du monde.

Une étude a été réalisée sur la bio-écologie de ce micro-lépidoptère dans deux principales régions productrices de pomme de terre au Yémen (Qaal-Boun et Qa-Jahran), où la température mensuelle peut atteindre 21°C en Juillet-Août et 12,5-15°C en arrière-saison (Kroschel et Koch, 1994).

Une corrélation entre les captures mensuelles des pièges à phéromones des papillons mâles et la température moyenne montre une augmentation exponentielle de la population à une température seuil de 18°C.

Le développement de la teigne de la pomme de terre est fortement déterminé par des facteurs climatiques. Au Yémen, la masse de propagation a lieu en été entre juin et août suivie d'un arrêt en hiver. En un an, la teigne de la pomme de terre développe huit générations. La période de développement de l'œuf au stade adulte prend moins de 30 jours en été et au moins 70 jours en hiver. Après la saison hivernale sans récolte (novembre-février), la population doit se reconstituer sur le terrain. Dans une certaine mesure, les tubercules non récoltés servent comme lieux d'élevage.

De cette étude au Yémen ressort qu'il faut éviter de planter des pommes de terre de juin à juillet car pendant cette période, la teigne de la pomme de terre atteint le plus haut niveau de densité de population et la plus forte attaque de feuilles et de tubercules.

Une autre étude a été réalisée en 1995-1997, au printemps, saison de culture de pommes de terre dans les champs commerciaux en Israël dans la région occidentale du Néguev. Au cours de chaque saison, l'organisme nuisible était étudié dans deux systèmes de pommes de terre cultivées sur deux types de sols, sablonneux et lœss (limon calcaire très fin déposé par le vent) (Coll et al, 2000).

Entre 1995-1997, la population de *P. operculella* a atteint sa densité maximale en mai ou juin avec une moyenne de 70,5 et 24,5 adultes par piège. A l'approche de la fin de la saison, le niveau de la population a progressivement diminué. En revanche, en 1996, la population a atteint son apogée fin juin, avec une moyenne de 63,2 adultes piégés par nuit. Dans les deux études, l'apparition d'une première génération a eu lieu entre février et avril et le développement de générations chevauchantes était enregistré jusqu'à la récolte de pommes de terre en juin ou en juillet.

L'infestation de tubercules la plus élevée a été observée avant la récolte, et l'infestation était plus importante dans les loëss que dans les champs sablonneux.

Les densités larvaires dans le feuillage et les tubercules étaient significativement plus élevées en bordure des champs qu'au centre. Une corrélation positive significative a été trouvée entre la capture d'adultes et l'infestation larvaire sur le feuillage dans les champs sablonneux mais pas dans le loëss. L'infestation des tubercules dans le sable était positivement corrélée avec l'infestation du feuillage. Le manque de corrélation entre les paramètres d'infestation sur loëss peut être dû à une mortalité larvaire causée par l'humidité relativement élevée caractérisant ce type de sol.

Le cycle de vie, le comportement et la dynamique des populations de *Phthorimaea operculella* ont été étudiés à Pukekohe en Nouvelle-Zélande (Foot, 1979).

Les larves de premier stade étaient empêchées d'atteindre les tubercules par la présence d'une couche de 0,5 cm de couverture du sol, cette inhibition est accentuée par l'augmentation de l'humidité du sol. Ainsi l'accessibilité des tubercules en développement à la ponte des adultes a constitué un facteur important dans l'infestation des tubercules au champ.

La période d'activité larvaire sur feuilles a eu lieu régulièrement entre la mi-janvier et mi-mai, période pendant laquelle les densités larvaires étaient généralement supérieures à 5 larves/plante, augmentant à un pic de 50-150 larves/plante en février. La variation saisonnière de la densité de population à Pukekohe a été régulée en grande partie par des influences positives de la température.

La population adulte culmine de près coïncidaient avec celles de la population larvaire des mines du feuillage en « été » et « printemps/automne », mais les adultes n'étaient pas présents pendant l'hiver. L'activité de vol a augmenté avec l'augmentation de la température et

a été inhibée par la vitesse du vent qui était supérieure à 3 m/s. La sex-ratio des adultes était positivement corrélée avec la densité de la population de la génération précédente.

2. En Algérie

La pomme de terre constitue une culture stratégique pour l'Algérie. Cependant, *P. operculella* est le ravageur majeur de cette culture qui peut entraîner des pertes importantes. Alors, de nombreuses études ont été menées au niveau national dans différentes wilayas, y compris Ain-Defla, Alger et Boumerdes.

L'étude réalisée dans la région d'Ain-Defla par Hamdani (2008) sur deux cultures de pomme de terre, l'une de saison et l'autre de l'arrière-saison a montré des infestations sur les deux parties aérienne et souterraine avec des taux d'attaques assez importants pour les deux cultures. Ces résultats sont liés aux caractéristiques écologiques de la région et leur climat semi-aride et chaud offre plus de conditions au développement de la teigne.

En stockage, ils ont enregistré des dégâts très importants pour les deux cultures ceci est dû à la nature du sol qui joue un rôle dans la contamination des tubercules par les chenilles et les pontes directes.

Au niveau de la région de Zéralda (Alger), la même étude a montré qu'au niveau de la partie aérienne, le nombre de plants attaqués est très faible. Sur tubercules et même après conservation, une moyenne d'infestation peu élevée est également enregistrée. Ceci s'explique par les conditions climatiques qu'a connue la région, un climat sub-humide rallonge plus le cycle du ravageur d'où le taux de pullulation moins important.

L'évolution des dégâts au niveau des plants de pomme de terre montre que les premiers symptômes apparaissent à la fin du mois de mai, cette période coïncide avec la phase de tubérisation, où les feuilles commencent à se dessécher.

A la récolte un taux de 3.5% de tubercules attaqués donc légèrement plus élevé que celui observé sur feuilles, ceci s'explique par la pénétration des larves au niveau du sol, ce dernier étant de type sableux l'insecte pénètre facilement.

Une autre étude a également été menée dans la région d'Isser (Boumerdes) en 2016 par Ait Messaoud et Hamdi sur 4 variétés de pomme de terre : Spunta, KENZA, Crisper et Désirée.

L'activité des adultes de *P. operculella* sur les quatre variétés de pomme de terre étudiées montre que l'effectif des populations est faible durant le mois d'Avril. Au mois de Mai, les effectifs augmentent pour atteindre leur maximum chez la Spunta avec une valeur de 14 individus, le nombre moyen de larves, à la dernière semaine du mois de Mai, a enregistré 2 pics : le premier pour la variété Spunta, le deuxième pour la variété Kenza. Cela peut être expliqué par l'augmentation des températures durant cette période ce qui est favorable pour compléter une génération.

La distribution du nombre moyen d'œufs selon les étages foliaires durant la période d'étude démontre que chez la Spunta et la Crisper l'étage le plus infesté est l'étage supérieur, chez la Kenza et la Désirée ce sont les deux étages inférieur et moyen qui sont les plus infestés. Il ressort que les femelles de *P. operculella* n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné chez les quatre variétés.

Le taux de ponte au niveau des deux faces foliaires supérieure et inférieure, a permis de déduire que les femelles de *P. operculella* préfèrent pondre leurs œufs sur la face inférieure des feuilles chez les quatre variétés Spunta, Kenza, Crisper et Désirée. A propos de l'infestation larvaire elle est plus marquée sur les étages foliaires et les faces inférieures des feuilles.

Il en ressort de cette étude que l'évolution temporelle du nombre d'œufs, de larves et d'adultes présente une différence significative entre les variétés : Spunta, Kenza, Crisper et Désirée. La teigne de pomme de terre montre une préférence marquée pour la variété Spunta.

3. Dans la région de Tizi-Ouzou

De nombreuses études ont porté la bio-écologie de *P. operculella* dans des régions différentes de Tizi-Ouzou, dont une étude a été réalisée par Lamara Mahamed (2015) sur la variété Burren dans la station de Draa Ben Khedda. Durant les mois de Mai et Juin 2014.

Les résultats obtenus montrent que la variation des températures à un rôle dans le cycle de développement du ravageur.

Chez la Burren, la variation des densités larvaires enregistrées suit plus au moins celle des populations adultes dans le même intervalle de temps, puisque le pic est atteint la première semaine de Juin.

Il ressort de cette étude deux générations chez la Burren, les femelles n'ont pas une préférence pour un étage foliaire donnée chez la même variété. Alors que les femelles de *P. operculella* ont une préférence de ponte sur les faces inférieures chez la Burren.

Une autre étude a également été menée par Ait Hamou et Sadouk (2017) en plein champ sur trois variétés de pomme de terre *Solanum tuberosum* dans deux régions différentes; Timate à Tameda, Synergy et Fabula à Oued Aissi, et de comparer le degré d'infestation entre ces trois variétés, durant les mois d'Avril et Juin 2017.

Les fluctuations du nombre d'adultes, d'œufs et de larves, montrent que la variation des températures a un rôle dans le développement de cycle du ravageur. Leur cycle biologique est composé de deux générations successives.

Les femelles de *Phthorimaea operculella* n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné sur les trois variétés, alors que les femelles de *P. operculella* ont une préférence de ponte sur les faces inférieures chez les trois variétés.

Il ressort de cette étude que l'évolution temporelle de nombre d'œufs, de larves et d'adultes ne présente aucune différence significative entre les trois variétés, donc les femelles n'ont pas de préférence variétales.

Une autre étude a également été réalisée par Abtouche et Aissaoui (2017) sur la variété Florice au niveau de la région Ait Hessane. Ces auteurs ont signalé que le cycle de développement de la teigne de la pomme de terre est variable selon les conditions climatiques, où la température est le facteur le plus important et deux générations ont été ainsi mises en évidence sur la variété Florice.

Le suivi des populations larvaires de *P. operculella* chez la variété Florice a révélé un nombre de larves qui est nul durant toute la période d'expérimentation à l'exception la première semaine avec un pic de 0.04 larves/feuilles, ce qui suggère la résistance de cette variété à la teigne de la pomme de terre.

Il ressort de cette étude que les femelles n'ont pas une préférence pour un étage foliaire donné chez la Florice. Alors que les femelles de *P. operculella* ont une préférence de ponte sur les faces inférieures chez la Florice.

La teigne de la pomme de terre, *Phthorimaea operculella*, un petit insecte de l'ordre des Lépidoptères (famille des Gelechiidae), est un ravageur important dans la plupart des régions chaudes tropicales et subtropicales, notamment sur le pourtour méditerranéen. La teigne se développe de préférence sur la pomme de terre et le tabac mais on peut aussi la trouver sur d'autres Solanacées comme la tomate et l'aubergine.

Elle constitue le ravageur le plus redoutable de la pomme de terre en Algérie. Les adultes pondent des œufs sur la face inférieure des feuilles, sur les tiges, les germes, les tubercules ou dans le sol près des tubercules. Elle cause des dégâts énormes aux feuilles et aux tubercules de la plante en plein champ, mais les principaux dégâts sont observés surtout dans les lieux de stockages des tubercules.

Ce ravageur passe par quatre stades de développement, mais le seul stade ravageur qui cause des dégâts est l'état larvaire, qui peut aller à la perte totale de la production dans l'entrepôt et une sérieuse baisse du rendement aux champs.

Connaitre mieux ce ravageur et sa bio-écologie est indispensable pour envisager d'éventuelles méthodes de lutte afin de minimiser les dégâts qu'il provoque sur la pomme de terre ; il ressort de la synthèse bibliographique sur la bio-écologie de la teigne de la pomme de terre en Algérie que :

Le cycle de vie complet de la teigne de la pomme de terre peut durer entre 22 et 55 jours, donc il peut avoir 2 à 12 générations par an. Cette durée est fortement liée aux facteurs environnementaux notamment la température. Les fluctuations du nombre d'adultes, d'œufs et de larves relevées dans plusieurs études ont permis de déduire que les facteurs climatiques, en particulier la température, ont un rôle dans la dynamique des populations de cet insecte.

Les études sur la bio-écologie de *P. operculella* en plein champ sur plusieurs variétés ont révélé une variation significative du nombre d'œufs et d'adultes en fonction de la variété. Ainsi certaines variétés comme la Crisper et Florice se sont avérées les moins attaquées et donc les plus résistantes à ce ravageur.

Le suivi du comportement de ponte des femelles de *P. operculella* sur trois étages foliaires (Bas, moyen et haut) a montré qu'elles n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné, puisqu'elles pondent indifféremment sur toute la plante. Par contre, elles manifestent une préférence de ponte significative pour la face inférieure des feuilles. En effet, le taux d'infestation larvaire est beaucoup plus important sur les faces inférieures et les étages

inférieurs des feuilles, mais quelques pénétrations sont observées sur l'étage supérieur et moyen ce qui peut être justifié par une forte population.

La lutte contre ce papillon s'effectue en plein champ durant la période de tubérisation et puis dans les lieux de stockage. Toutefois pour réussir une intervention, la lutte doit combiner les mesures prophylactiques et chimiques comme :

- Rotation culturale
- Utilisation de semences saines, calibrées et germées ;
- Réalisation de buttages dès le commencement de la tubérisation et veiller à bien couvrir les tubercules lors de cette opération ;
- Irrigation régulière des parcelles de pomme de terre ;
- Récolte précoce ;
- Destruction des tubercules contaminés ;
- Incinération de fanes porteuses d'œufs et de larves de la teigne ;
- Ne pas couvrir les caisses de pomme de terre récoltés par les fanes ;
- Désinfection des locaux.

Pour mieux connaître la bio-écologie de la teigne de pomme de terre et afin de trouver des moyens de lutte les plus adéquats, il serait intéressant d'approfondir les études relatives à cette espèce sur les variétés les plus cultivées en Algérie.

Il serait intéressant aussi de suivre son cycle de développement au niveau des entrepôts et en conditions de laboratoire dans le but de définir la durée des différents stades larvaires.

Comme il serait utile de rechercher de nouvelles méthodes alternatives de lutte contre *P. operculella* par l'utilisation des ennemis naturels ou les substances naturelles d'origine animale, végétale ou minérale ; le but final étant de diminuer l'utilisation des produits chimiques et de préserver la faune auxiliaire et la santé de l'Homme.

- Ait Hamou K. et Sadouk R. (2017).** Bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de pomme de terre (la Timate, la Synergy et la Fabula) dans les deux régions : Tamda et Oued Aissi. Option : Protection des plantes cultivées. Mémoire de Master. UMMTO.57p.
- Ait Messaoud A. et Hamdi L. (2016).** Bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (1873) (Lepidoptera : Gelecheiidae) sur quatre variétés de pomme de terre (la Spunta, la Kenza, la Crisper et la Désirée) dans la région des Issers. Option : Protection des Plantes Cultivées. Mémoire de Master. UMMTO.66p.
- Abtouche K. et Aissaoui F. (2017).** Bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (1873) (Lepidoptera : Gelecheiidae) sur trois variétés de pomme de terre (Fabula, Arinda et Florice) dans les régions de Ait Hassene et Oued Aissi de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master. UMMTO. 60p.
- Alexandre L., Jordao., Octavio N. et Vanderly J. (2010).** Adult Carbohydrate Feeding Affects Reproduction of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Edited by Kleber Del Claro – UFU. 315P.
- Ali A.M. (1993).** Effect of cultural practices on reducing field infestation of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Z) and greening of tubers in the Sudan. Jour. Agri. Scien ; Cambridge. N°121. 187-192p.
- Alvarez J.M., Dotseth E et Notle P. (2005).** La teigne de la pomme de terre : Une menace pour les pommes de terre de l'Idaho. Université de l'Idaho extension, Idaho expérimentation station agricole. Ed Mosco. Révisé 31 janvier 2014.
- Alvarez J.M., Barbour J., Clough G.H., Debano S.J., Dogramaci M., Jensen A., Rondon S.I., Schreiber A et Thornton.M. (2007).** Biology and management of the potato tuberworm in the pacific northwest.PNw 594.P3.
- Amrar M. (2013).** Conservation et stockage de la pomme de terre. Rev. INVA. Conseils et pratiques Agricoles. 22 p.
- Anonyme. (1979).** La pomme de terre : Maladies et Nématodes C.I.P.D.T .Lima-Pérou. 66p
- Anonyme. (1998).** Maladies de la pomme de terre. Edition. I.T.C.F. Paris. 48p
- Anonyme. (2008).** La pomme de terre. Année internationale de la pomme de terre ; un trésor enfoui. Organisations des nations unies. 12-45p.
- Anonyme. (2010).** Fiche Technique valorisée des cultures maraîchères et industrielles. La culture de la pomme de terre. Institut Technique des cultures Maraîchères et Industrielles. 10p

- Anonyme. (2013).** Mieux Réussir. Le contrôle de la teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella*). Mensuel technique. Tropiculture. Ed tropicasem BP999 Dakar .N° 196.3P.
- Anonyme. (2016).** Les papillons lépidoptères. Encyclopédie Imago Mundi.
- Arshdeep K., Chahil., Gaurav G., Gill., Gillett K., Gurminder., Harismran K. et Jennifer L. (2014).** PotatoTuberworm *Phthorimaea operculella* (zeller). (Lepidoptera: Gelechiidae). University of Florida.N °587.p2-3.
- Arevalo A.et Castro, R. (2003).** Evaluación post-registro de los insecticidas con licencia de uso para controlar la *polilla guatemalteca* de la papa *Tecia solanivora* (Povolny 1973) (Lepidoptera : Gelechiidae) en Colombia. En: Memorias II Taller Nacional, *Tecia solanivora*. CEVIPAPA, CNP. Bogotá, Colombia: 86-89.
- Bensalah H., Fuglie K., Bentemime A., Rahmouni A., Cheikh M. (1994).** Utilisation du virus de la granulose de la teigne de la pomme de terre et du *Bacillus thurengiensis* dans la lutte intégrée contre *P. operculella* Zeller (Lep : Gelechiidae). Ann. INRAT. n°67. 20P.
- Badegama A.M. et Nagameni P.H. (2000).** Technique d'élevage de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella zeller* (1873) (Lepidoptera : Gelechiidae) en laboratoire, paramètres biologiques et influence du taux de sucre dans l'alimentation de l'imago. Tropicultura. Vol18 (1). 23-25P.
- Balachowsky A .S. (1966).** Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II, volume I .ED. Masson et Cie, Paris. 1057P.
- Bamouh A. (1999).** Technologie de production de la pomme de terre au Maroc in transfert de technologie en agriculture. Bull. Liai.Info., P.N.T.T.A., n 52 :10-15.
- Bernhards U. (1998).** La pomme de terre *Solanum tuberosum*.L. Monographie. Institut National Agronomique. Paris.grignon. 219-230P.
- Boufares K. (2012).** Comportement de trois variété de pomme de terre (spunta, désirée et chubaek) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique. Mémoire de magister. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen.78P.
- Chandel R.S. (2005).** Potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller). Central Potato Research Institute: Shimla. Technical Bulletin N. 65. 47P.
- Chauvin J., Esnault F., 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 la pomme de terre *Phthorimaea operculella* (zeller) (Lep : Gelechiidae) .Mem 3^{ème} siècle. INA de Tunis. 57p.

- Chelha M. (2000).** Essai sur l'évolution de résistance de quelques variétés de pomme de terre vis-à-vis de *Phthorimaea operculella* zeller (Lepidoptera : Gelechiidea). MémIng. Agro., INA. Elharrach. Alger., 71 p.
- Cherifi M. (1989).** Comparaison de différentes variétés de pomme de terre pour la détermination des meilleurs. Mém. Ing. Agro., Inst. Nati. Ens. Sup. Scie. Biol. Sétif. 38 p.
- Chibane A. (1999).** Technique de production de la pomme de terre au Maroc. Bulletin de liaison et d'information du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture N°52. P04.
- Ciquial A. (2013).** La pomme de terre. Un trésor nutritionnel. Cnipt pomme de terre de France.
- Cohic F. (1952).** La teigne de la pomme de terre. Revue agricole de la nouvelle Calédonie. Organe de chambre d'agriculture de la nouvelle Calédonie, N° 12.7P.
- Coll, M, Gavish, S, Dori, I. (2000).** Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae), in two potato cropping systems in Israel. Bull. Entomol. Res. 90: 309–315.
- Cronquist A. (1981).** En integrated system of classification flowing plants. New York. Colombia university press .1262P.
- Cutter E.G. (1978).** Structure and development of potato plant. In: The Potato Crop.
- Darpoux R et Dubelley M. (1967).** Les plantes sarclées. Edition. J.B. Baillière et fils France. Collection d'Enseignement Agricole. 307p.
- Delaplace P. (2007).** Caractérisation physiologique et biochimique du processus de vieillissement du tubercule de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). 211P.
- Dobnik D., Gruden K., Ramsak Z. et Coll A. (2021).** *Solanum tuberosum*.Methods and protocols.Ed. National institute of biology.Slovinia. 418p.
- FAO (2008).** La pomme de terre. L'année internationale de la pomme de terre. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et agriculture FAO.
- FAOSTAT. (2014).** Statistiques de la FAO <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- FAO. (2019).** Faostat. Production mondiale et locale de la pomme de terre.www.fao.org.
- Ferro D. N. et Boiteau G. (1993).** Managements of insects pests. P108-109 in Ed. ROWR. C. Potato heath management. 178p.
- Foot M.A. (1979).** Bionomics of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), at Pukekohe. N. Z. J. Zool. 6(4): 623-636.
- Foussard D. (2013).** Inventaire entomologique d'un bocage ancien du plateau calaisien à thoiré sur Dinan (Sarthe). Micro lépidoptère. Appel à projet biodiversité région pays de la Loire. N°02101.1P.

- Ghislain M., Langnaoui A., Walker T. (2003).** Fulfilling the promise of *Bt* potato in developing countries M. Metz (Ed.), *Bacillus Thuringiensis* A Cornerstone of Modern Agriculture, The Haworth Press Inc., US/Canada. 93-113p.
- Gill H.K., Chahil G., Goyal G., Gill A.K., et Gillett-Kaufman J.L. (2014).** Potato Tuberworm *Phthorimaea operculella*(Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). IFAS Ext.1–7.
- Golizadeh A., Zalucki M.P. (2014).** Estimating temperature-dependent developmental rates of potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences. J. Insect Sci. 00:1–12.
- Hamdani M. (2008).** Etude comparative de développement de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Ain Defla, de Zéralda et de Boumerdes - estimation des dégâts. Thèse de doctorat. Institut Agronomique El-Harrach. 73p.
- Haverkorte L. et Moussaoui R. (1994).** L'irrigation de la culture de la pomme de terre. Ed. Centre de Recherche Agrobiologique, Pays Bas, 18p.
- Hawkes J.G. (1990).** The potato, evolution, biodiversity and genitic resources.Ed. Belhaven Press. London. 259P.
- Henderson D., Jensen A., Debano S., David N., Martin M., et Batcheler D. (1999).** Tuber moth survey. April 1999. Potato progress. N°5. 6p.
- Isabelle C. (2021).** Pomme de terre. Panorama des variétés. Gerbeaud .Société Nationale d'horticulture de France et de l'association de journalistes de jardin et de l'horticulture.
- ITCMI (2010).** Fiche Technique valorisée des cultures maraîchères et industrielles. La culture de la pomme de terre. Institut Technique des cultures Maraîchères et Industrielles. 3p.
- Kebaili L., Adadi F. et Derradji W. (2009).** Contribution à l'étude de l'effet d'une fertilisation foliaire de type potassique sur le développement et la croissance de la culture de pomme de terre (*solanum tuberosum* L.) dans la région nord de Sétif. Cas de Beni-fouda. Mém. Ing. Agro., Univ. Msila. Algérie., 63 p.
- Kechid M. (2005).** Physiologies et biotechnologies de la micro tubérisation de la pomme de terre, *solanum tuberosum*. L. mémoire de magister. Université Mentouri de Constantine. 154P.
- Khalidi A. et Seghiri A. (2006).** Contribution à l'étude de l'effet calibre et densité de plantation chez deux variétés de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans les conditions agro-climatiques de la région de Sétif – Mezloug. Mém. Ing. Agro. Univ. M'sila. Algérie. 57 p.

- Kroschel J. et Koch W. (1994).** Studies on the populations dynamycs of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller. (Lep: Gelechiidae) in the Republic of Yémen.J. April.Ent.118. 327-341p.
- Kroschel J., et Schaub B. (2013).** Biology and ecology of potato tuber moths as major pests of potato. Insect Pests Potato Glob.Perspect. Biol. Manag. Acad. Press Lond.165–192p.
- Lahouel Z. (2015).** Etude diagnostique de la filière pomme de terre dans la région de Tlemcen cas de deux fermes pilotes : Hamadouche et Belaidouni. Mémoire master. Université Aboubekr Belkaid. Tlemcen.95P.
- Lamara Mahamed R. (2015).** Bio-écologie de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea opeculella* Zeller (Lepidoptera :gelechiidae) sur trois variétés de pomme de terre (la Spunta, la Désirée, la Burren) dans les régions des Issers et Draa Ben Khedda et inventaire de l'entomofaune au niveaux des parcelles des Issers. Option : Interaction plantes-animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés. Mémoire Magister. UMMTO.112p.
- Lamara Mahamed R. (2020).** Bio-écologie de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) sur quelques variétés de pomme de terre et essais de lutte. Option : Interaction plantes-animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés. Thèse de doctorat. UMMTO.124p.
- Laumonier R. (1979).** Culture légumière et maraichère Tome III, Ed .J.B, Baillier. 209-247p.
- Lim T.K. (2016).** Edible Medicinal and Non-Medicinal plants. Volume 12, Modied Stems, Roots, Bulbs. DOI 10.1007/978-3-319-26065-5
- M.A.D.R. (2010).** Ministère de l'Agriculture et Développement Durable. madrp.gov.dz.
- M.A.D.R. (2019).** Ministère de l'Agriculture et Développement Durable. madrp.gov.dz.
- Mbairanoudji A., Ngue Bissa T. (2007).** Pomme de terre Guide Pratique de la culture des pommes de terre. Programme National de Développement des racines et Tubercules, P19.
- Meziane D. (1991).** Histoire de la pomme de terre. Diététique, n°25. 29p.
- Moule C. (1972).** Plantes sarclées et déverses. J-B. Ballière et Fils, Editeur, Paris. 246 p.
- Ndiaye I. (1997).** Etude biologique de la teigne de pomme de terre *phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera : Gelechiidae) et moyens de lutte. Thèse de doctorat. Université cheikh Anta. Diop de Dakar. 76P.
- Nyabyenda P. (2005).** Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. tec and doc, Belgique. 223P.

- Omari C. (2011).** La filière pomme de terre en Algérie. Afrique agriculture. 381 : 26-30P.
- Ortega E., Fernandez, S. (2000).** Manejointsgrado de la polillaminadora de la papa *Phthorimaea operculella*. Fonaiap, Prociandino, Pracipa. Ed. Juan F. Bolaños. IICA. Quito. 40p.
- Oswaldo T. (2010).** Hommage à la pomme de terre. Heds. Haute école de santé Genève. Filière nutrition et diététique. 11p
- Pavis et Patrice. (2003).** Analyzing Performance, Théâtre, Dance and Film, Trans, David Williams, University of Michinge Press; originally published in French as L'Analyse des spectacles, Editions Nathan, 1996.
- Péron J.Y. (2006).** Références productions légumières, 2ème édition. Synthèse Agricole p538- 547.
- Polese J.M. (2006).** La culture des pommes de terre. Ed. Artemis. Paris. 104P.
- Raman K.V. (1980).** La teigne de tubercule de la pomme de terre. Bulletin d'information technique 3. International potato center. Ed Lima, Pérou. 198P.
- 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.
- Ravidat M.L. (2010).** Information *Tuta absoluta* à Stelivrade. Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt d'Aquitaine. 4p.
- Regueig L., 2008-** Itinéraire technique de la culture de la pomme de terre en Algérie.
- Rondon S. L., Debano 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 ineversity. PNW Bull. 549. 1-8p.
- Rondon S.I (2010).** La teigne de pomme de terre ; une revue de la littérature de sa biologie, écologie et le contrôle. American Journal of potato Research 87. 149- 166P.
- Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C. (1996).** La pomme de terre. Production, amélioration, ennemis et maladies. Éd. INRA, Paris.607 P.
- Rousselle. P., Rousselle. B., Ellisseche. D. (1992).** La pomme de terre in Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA, Paris, 504 p.
- Saidi A. et Hajibarat A. (2020).** Application of next generation sequencing, GWAS, RNA seq, WGRS, for genetic improvement of potato (*Solanum tuberosum*. L) under drought stress. Biocataly and Agricultural Biotechnology 29: 101801.

Sauyer R. (1972). La pomme de terre, bulletins d'information technique de 1 à 19. Centre International de pomme de terre (CIP). 136P.

Schoen L. (2015). Protection de la pomme de terre 2015. Guide de protection raisonnée. Pomme de terre 2015. Centex.4P.

Soltner D. (1979). Les grandes productions végétales phytotechnie spéciale. 10^{ème} édition.

Soltner D. (1990). Les grandes productions végétales. Ed. Collection sciences et technique agricoles. 464P.

Soltner D. (2005). Les grandes productions végétales. Collection scientifiques de technologies agricoles. 20^{ème} édition. 472P.

Taupin P. (2004). Les principaux ravageurs de la pomme de terre . Arvalis. Instituts du végétal. Paris.15p.

Thorez T.P. (2000). La pomme de terre. Paris. 191p.

Von Arx R ., Ben Témime A., Cheikh M., et Goueder J. (1987). Integrated control of potato tuber moth *phthorimaea operculella* (zeller) in Tunisia insect science and its application (in prep).62P.

Von Arx R., (1987). La teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella* Zeller) et les méthodes de lutte. Rev. Entomophaga. 9p.

Résumé

La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller représente l'un des majeurs problèmes phytosanitaires qui engendrent des dégâts importants en plein champ et dans les lieux de stockage. A cet effet, diverses études sur ce ravageur ont été effectuées dans divers pays producteurs de pomme de terre. Des études menées dans le monde ainsi qu'en Algérie sur plusieurs variétés de pomme de terre dans différentes régions montrent que la variation des températures a un rôle dans le cycle de développement du ravageur. La nature du sol joue un rôle dans l'infestation des tubercules par les larves. Les études sur la bio-écologie de *P. operculella* en plein champ sur plusieurs variétés ont révélé une variation significative du nombre d'œufs et d'adultes en fonction de la variété. Le cycle de vie complet de la teigne de la pomme de terre peut durer entre 22 et 55 jours, donc il peut avoir 2 à 12 générations par an. Les femelles de *Phthorimaea operculella* n'ont pas de préférence pour un étage foliaire donné pour toutes les variétés, alors que les femelles *P. operculella* ont une préférence de ponte sur les faces inférieures chez toutes les variétés. La maîtrise du cycle de vie de cet insecte est primordiale pour intervenir efficacement dans le contrôle de ses populations.

Mots clés : *Phthorimaea operculella*, dynamique, *Solanum tuberosum*. Bio-écologie

Summary

The potato moth *Phthorimaea operculella* Zeller represents one of the major phytosanitary problems which cause significant damage in the field and in storage areas. For this purpose, various studies on this pest have been carried out in various potato-producing countries. Studies carried out around the world as well as in Algeria on several varieties of potato in different regions showed that temperature variation has a role in the development cycle of the pest. The nature of the soil plays a role in the infestation of tubers by larvae. Studies on the bioecology of *P. operculella* in the field on several varieties have revealed significant variation in the number of eggs and adults depending on the variety. The full life cycle of potato moth can last anywhere from 22 to 55 days, so it can have 2 to 12 generations per year. *P. operculella* females did not have a preference for a given leaf stage for all varieties, while females *P. operculella* have a preference for laying on the undersides in all varieties. The control of the life cycle of this insect is essential to intervene effectively in the control of its populations.

Keywords: *Phthorimaea operculella* , dynamics, *Solanum tuberosum*, bioecology.