

*Etude comparative du 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.*

Présentée par : HAMDANI Mourad

Directeur de thèse : M. SELLAMI M. Professeur (INA) Co-directeur de thèse : M.
SIAFA A. Chargé de cours (INA)

Soutenu le : 25/10/2008

Jury : Président : M. BENZARA A. Maître de conférences (INA) Examineurs : M. BICHE M. Maître
de conférences (INA) Mme KHALFI O. Maître de conférences (INA)

Table des matières

Remerciements . .	1
..	3
Résumé : .	5
Summary: .	7
ص غلم . .	9
Introduction . .	11
Première Partie : Synthèse bibliographique .	13
Chapitre 1 : Généralités sur la pomme de terre . .	13
1-1-Origin et historique de la pomme de terre : .	13
1.2-Position taxonomique : (Bauchun, 1920 in Rousselle et <i>al.</i> , 1996) : . .	14
1.3-Situation économique de la pomme de terre : .	14
1.4-Valeur nutritive de la pomme de terre : . .	16
1.5-Exigences de la culture de pomme de terre : . .	17
Chapitre 2 : Les problèmes phytosanitaires de la pomme de terre. .	20
2.1- Accidents météorologiques : .	20
2.2-Maladies : . .	20
2.3-Ravageurs : .	22
Chapitre 3 : Généralités sur la teigne de la pomme de terre, <i>Phthorimaea operculella</i> . ..	26
3.1- Position systématique : . .	26
3.2- Origine et répartition géographique : . .	26
3.3- Description des états biologiques : .	27
3.4- Dimorphisme sexuel : .	28
3.5- Biologie de <i>Phthorimaea operculella</i> : . .	28
3.6- Les plantes hôtes : . .	31
3.7- Dégâts de la teigne de la pomme de terre : .	32

Chapitre 4 : Présentation des régions d'études . .	36
4-1- Région de Ain Defla : . .	36
4-2- Région de Zéralda : .	39
4-3- Région de Khemis El Khechna : . .	43
4-4- Climagramme pluviométrique d'Emberger : .	46
Deuxième Partie :Partie expérimentale .	49
1- Matériels et méthode : .	49
2- Résultats et discussion : .	51
2-1 Cas de la culture de saison : .	51
2-2-Comparaison des dégâts dans les trois régions d'étude sur culture de saison : . .	57
2-3- Cas de la culture d'arrière saison : . .	58
2-4-Comparaison des dégâts sur la culture d'arrière saison dans les deux régions : .	61
2-5-Comparaison des dégâts enregistrés sur tubercules en laboratoire : .	62
2-6-Comparaison des dégâts enregistrés sur le champ et en laboratoire pour les deux cultures : . .	63
Conclusion .	65
Références bibliographiques .	67

Remerciements

Mes vifs remerciements et ma profonde reconnaissance vont à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire particulièrement :

Mon promoteur M. SELLAMI M. Professeur à l'INA et M. SIAFA A. co promoteur chargé de cours à l'INA d'avoir proposés et dirigés ce travail, pour leurs aide, leurs conseils, leurs disponibilité et l'intérêt qu'ils ont donné à ce travail.

M.BENZARA A., maître de conférences à l'INA de m'avoir honoré par la présidence de mon jury.

M.BICHE M., maître de conférences à l'INA d'avoir accepté d'examiner ce travail.

M^{me} KHALFI O., maître de conférences à l'INA d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements vont également à Mme SELLAMI, maître de conférences à l'Institut National Agronomique d'El Harrach, pour ses enseignements et ses précieux conseils.

Le personnel de la bibliothèque du département de Zoologie et centrale en mettant à ma disposition la documentation nécessaire.

J'exprime également ma profonde reconnaissance envers M. AMBAR, ingénieur à l'Office National Météorologique de m'avoir fournis des données nécessaires, ainsi que pour le personnel de l'ITCMI de Staoueli de m'avoir fournis des données techniques et météorologiques.

Mes vifs remerciements s'adressent également aux propriétaires des parcelles d'études, pour avoir mis à ma disposition leurs cultures où l'expérimentation a été réalisée.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de la direction des statistiques Agricoles du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural pour leur accueil et aide, sans oublier M. MOUMEN K. cadre au MADR service protection des végétaux de leur aide et conseils précieux.

Enfin, que toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici ma profonde reconnaissance et sympathie.

Etude comparative du 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

DEDICACES Je dédie ce travail à : Mes très chers parents. Ma sœur LOUIZA. Mes frères AMAR et AREZKI. Toute ma famille. Mes chers amis (es) MOURAD

Etude comparative du 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

Résumé :

Etude comparative du développement de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* (*Lepidoptera* : *Gelechiidae*) dans la région de Ain Defla, de Zéralda et de Boumerdes - estimation des dégâts.

Notre étude porte sur une comparaison du développement de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller dans trois régions appartenant à deux étages bioclimatiques différents ainsi que les dégâts causés.

Le suivi de l'insecte sur pomme de terre de saison et d'arrière saison montre que les dégâts sont enregistrés sur la partie végétative et sur tubercules avec des taux différents.

Les résultats obtenus montre que la région de Ain Defla présente un taux d'attaques élevé par rapport au deux autres régions (Zéralda et Boumerdes) de 53% sur feuilles et 7,99% sur tubercules en plein champ pour la culture de saison et 88% sur feuilles et absence d'attaques sur tubercules pour la culture d'arrière saison.

Au laboratoire après stockage des tubercules, pour la récolte de saison Ain Defla est représentée par un taux de 59% par contre pour la culture d'arrière saison c'est la région de Boumerdes qui présente un taux de 87%.

Mot clés : *Phthorimaea operculella*, , Dégâts, Ain Defla, Boumerdes, Zéralda

Summary:

Comparative study of the development of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in the area of Ain Defla, Zéralda and Boumerdes- estimate of the damage.

Our study relates to a comparison of the development of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller in three areas belonging on two different bioclimatic floors as well as the caused damage.

The follow-up of the insect on potato of season and back season shows that the damage is recorded on the vegetative part and tubers with different rates.

The results obtained shows that the area of Ain Defla shows a rate of attacks raised compared to the two other areas (Zéralda and Boumerdes) of 53% sur sheets and 7, 99% on tubers in full field for the culture of season and 88% sur sheets and absence of attacks on tubers for the culture of back season.

At the laboratory after storage of the tubers, for the harvest of season Ain Defla by a rate of 59% on the other hand for the culture of back season it is represented is the area of Boumerdes which shows a rate of 87%.

Key word: *Phthorimaea operculella*, Damage, Ain Defla, Boumerdes, Zéralda.

Introduction

La Pomme de terre est une culture stratégique par excellence que se soit dans les pays développés ou ceux en voie de développement avec une production mondiale de 323 millions de tonnes en 2005 (Anonyme, 2007a). En Afrique, elle occupe un rang inférieur, avec une production d'environ 9 millions de tonnes (environ 3% de la production mondiale), dont plus de la moitié dans les pays du Maghreb.

L'Algérie figure parmi les pays producteurs avec une production de 21 809 610 Quintaux en 2006 sur une superficie d'environ 98 825 ha (Anonyme, 2007b). L'importance de la production est due à la position géographique de l'Algérie qui permet une bonne acclimatation à la culture de pomme de terre.

Elle constitue l'aliment de base de première nécessité après le blé comme elle procure de l'emploi à travers les circuits de la production locale, de l'exportation et de la transformation..

Si ce secteur connaît un essor au sein de notre économie nationale, il se voit toute fois confronter à certaines contraintes qui entravent l'amélioration quantitative et qualitative de la production. Parmi ces obstacles, on cite principalement les problèmes phytosanitaires liés aux dégâts engendrés par les différents ravageurs ou maladies inféodés et associés à cette spéculation.

Parmi les ravageurs majeurs, qui engendrent des dégâts importants à cette culture on cite principalement *Phthorimaea operculella* Zou teigne de la pomme de terre, qui s'attaque en plein champ et dans les lieux de stockage. Cette teigne suscite toujours des

questions relatives à sa nuisibilité et aux mesures à prendre pour juguler ses infestations. A cet effet, diverses études sur ce ravageur ont été effectuées dans divers pays producteurs de pomme de terre.

Selon Alvarez et *al.* (2005), les pertes de production causées par *Ph. operculella* sont de l'ordre de 50% au Yémen et au Pérou, 86% en Tunisie, en Algérie et en Turquie, 90% au Kenya et 100% en Inde et aux Philippines.

Les attaques de la teigne de la pomme de terre rendent les tubercules non commercialisés, plus sensibles à différentes maladies fongique et bactérienne.

En Algérie, plusieurs auteurs notamment Siafa en 1980 et 1987, Abbas (1989), Tayar (1990), Menia (1992), Chelha (2000) et d'autres se sont intéressés à ce ravageur par des contributions diverses.

Dans ce cadre, notre contribution vise à une étude comparative du développement de *Phthorimaea operculella* Zeller dans trois régions différentes, suivie d'une estimation des dégâts sur plants et sur tubercules.

Première Partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur la pomme de terre

1-1-Origine et historique de la pomme de terre :

La Pomme de terre est originaire d'Amérique du sud. Elle 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 nord du Chili (Rousselle et al, 1996).

Seuls les habitants des Andes connaissaient la pomme de terre, appelée « papa » en Quechuas. La première description connue date de 1533, on la doit à Pérou de Cièza de Léon dans sa chronique du Pérou. Elle a été introduite en Espagne en 1534, puis en France vers 1540. Pendant plus de deux siècles, la pomme de terre ne fut cependant utilisée que pour nourrir le bétail, du moins en France. Les Anglais avaient de leur côté découvert le tubercule en 1586. Propagée aussi bien par les Anglais que par les

Espagnols, la pomme de terre a gagné le reste de l'Europe (Robuchon, 1994 ; Rousselle et al., 1996).

1.2-Position taxonomique : (Bauchun, 1920 in Rousselle et al., 1996) :

- Famille : *Solanaceae*
- Genre : *Solanum*
- Section : Petota
- Subdivision : Potatoe
- Série : *Tuberosa*
- Espèce : *Solanum tuberosum*

1.3-Situation économique de la pomme de terre :

1.3.1-Dans le monde :

La Pomme de terre est d'une valeur énergétique considérable ; Elle constitue l'une des plus grandes cultures vivrières dans le monde. Elle est essentiellement connue par ses utilisations diverses dans l'alimentation de l'homme, de l'animal et dans les industries de transformation.

Elle est cultivée dans 170 pays qui regroupent plus de trois quarts de la population mondiale. Elle occupe la quatrième place dans le monde après le blé, le maïs et le riz sur le plan de consommation. La production mondiale avoisine les 300 millions de tonnes par an avec un rendement moyen de 10 tonnes par hectare (tableau I) ; sa consommation est variable d'un pays à un autre, elle est en moyenne de 75Kg par habitant et par an (Rousselle et al, 1996).

Tableau I : Evolution des productions de la pomme de terre dans quelques pays du monde (en tonnes métriques).

Années Pays	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Chine	56141097	66325167	64596119	66573331	66813331	70036280	73036500
Russie	31343850	33979460	34965160	32870840	35900000	35914240	36400000
Inde	23610700	24713200	22488400	24082000	24000000	25000000	25000000
Etats-Unis	21691500	23297460	19862270	20856270	20821930	20685670	19111030
Ukraine	12723000	19838100	17344000	16619500	17606000	20754800	19480000
Pologne	19926716	24232376	19378860	15523900	13493400	13998650	11009390
Allemagne	12031200	13694283	11916834	11491694	10170000	13044000	11157500
Autres	300912662	329024643	312435128	311359672	311416329	330300720	323102918

Anonyme (2007a)

1.3.2-En Algérie :

La culture de la pomme de terre est largement répandue car, c'est un aliment de base après les céréales.

La superficie réservée à la culture de la pomme de terre est estimée à environ 99 000ha, avec une production atteignant 2 100 000 tonnes en 2005. La quantité de pomme de terre de semence importée a été évaluée entre 160 000 tonnes par an, durant la période 1986-1990 et 90 000 tonnes pour l'année 2003 (Allaya et *al.*, 2005).

Antérieurement à 1962, la pomme de terre occupait annuellement environ 25 000 hectares avec une production moyenne de 250 000 tonnes (Anonyme, 1998).

L'évolution la plus remarquable a été enregistrée lors de la dernière décennie, et en particulier durant la première moitié de cette décade coïncidant avec la mise en application du premier programme d'intensification de la culture de la pomme de terre lancé en 1984-1985 (Tableau II).

Tableau II : Evolution de la culture de la pomme de terre en Algérie.

Paramètres Compagne	Superficies (ha)	Productions (qx)	Rendements (qx/ha)
1984 – 1985	81 000	554 000	67,00
1991 - 1995	97 000	1 043 000	108,35
1996 - 1998	80 000	1 082 000	135,25
1999 - 2002	68 983	11 261 638	163,00
2003 - 2006	95 086	20 284 247	213,30

Anonyme (2007b)

Nous remarquons dans le tableau2, que les surfaces réservées à cette culture passent de 81 000ha en 1984/1985 à environ 95 000ha en 2003/2005. Mais, les rendements obtenus quoique en nette progression (67qx/ha à 213qx/ha) sont demeurés insuffisants.

Par ailleurs, l'indice de consommation de la pomme de terre par personne et par an est passé de 20Kg en1970 à 42Kg en 1995 et environ 44Kg en1999 (Anonyme, 1999).

Selon les statistiques agricoles effectués au cours de la période 2000/2006, une superficie moyenne de 85 000 hectares est consacrée annuellement à la culture de la pomme de terre, elle est répartie selon le type de culture comme suit : (tableau III).

Tableau III : Répartition de la production par tranche de culture (2000/2006).

Tranche	Superficie (ha)	Pourcentage	Production (qx/ha)	Pourcentage	Rendements (qx/ha)
primeur	4316	5,1	719 160	4,3	167
Saison	50 821	60,2	10 443 107	63	205
Arrière saison	29 312	34,7	5 440 712	32,7	186
Total toutes saisons	84 449	100	16 602 979	100	197

Anonyme (2007b)

Le tableau III montre une forte dominance de la culture de saison, du fait de l'aire géographique plus large qui lui est réservée (environ 60%), ainsi que des conditions climatiques favorables à sa croissance. Ce qui se traduit par des productions bien sur élevées (63% de la production totale).

L'année 2007 a été marquée par de fortes attaques du mildiou d'où les baisses de productions comme le montre le tableau IV.

Tranche	Année	2006			2007		
		Sup. ha	Prod. qx	Rdt qx/ha	Sup. ha	Prod. qx	Rdt qx/ha
Pomme de terre de saison		38 632	13 760 324	234,7	34 500	6 900 000	200
Pomme de terre d'arrière saison		35 548	7 146 446	20	36 500	6 800 000	26

Tableau IV : Répartition des superficies, productions et rendements par type de culture pour 2006 et 2007

Anonyme (2007c)

La lecture du tableau IV montre une baisse de production dans les deux dernières années passe de 13 760 324 en 2006 à 6 900 000 pour la culture de saison et de 7 146 446 en 2006 à 6 800 000 en 2007 ce qui explique la forte infestation des superficies par le mildiou.

1.4-Valeur nutritive de la pomme de terre :

Selon Baumgartner (2000), le tubercule de pomme de terre contient surtout de l'eau (75% à 80%), de l'amidon, mais il renferme également des sucres solubles (tableau V), des matières azotées, des minéraux et des vitamines.

La pomme de terre est utilisée dans de nombreux pays comme aliment complémentaire. Elle est même parvenue à remplacer des céréales traditionnelles, comme le blé. Son énorme potentiel énergétique est dû à son contenu en fécule, c'est-à-dire en hydrate de carbone sous forme d'amidon. La distillation de la pomme de terre permet d'avoir également des alcools forts (Baumgartner, 2000).

Tableau V : Valeurs nutritives de la pomme de terre.

Substances nutritives (par 100g)	Mode de préparation			
	Cuites (dans la peau)	Rissolées	Frites	Chips
Energie (Kcal.)	70	127	160	150
Eau (g)	77.8	65.0	40.0	33.5
Glucides (g)	14.8	25.0	35.0	62.5
Protéines (g)	2.0	1.0	1.0	2.5
Matière grasse (g)	0.1	0.3	0.3	0.5
Fibres alimentaires (g)				
Vitamine B1 (mg)				
Vitamine B6(mg)				
Vitamine C(mg)				
Fer (mg)				
Phosphore (mg)				
Calcium(mg)				
Potassium (mg)				

Baumgartner (2000)

* : Valeur manquante.

1.5-Exigences de la culture de pomme de terre :

1.5.1-Les exigences climatiques :

Les formes sauvages de la pomme de terre existent dans les régions montagneuses du Pérou, du Chili et de la Bolivie et même à des altitudes de 4000m (Burton, 1989). La pomme de terre est cultivée avec succès à une altitude de 1000m dans les zones montagneuses européennes. On peut dire que son aire d'adaptation va des régions tropicales aux régions plus froides, et elle réussit le mieux sous les climats tempérés humides et brumeux (Laumonier, 1979 ; Anonyme, 1997).

1.5.1.1-La température :

La température représente un facteur climatique très important pour le développement et la croissance de la pomme de terre. La croissance est ralentie à moins de 10°C, ses parties foliacées gèlent à moins de 1°C. La température optimale pour la végétation semble se situer entre 15,5°C et 21°C (Laumonier, 1979 ; Anonyme, 1997).

Selon Chibane (1999), les hautes températures stimulent la croissance des tiges ; par contre les basses températures favorisent davantage la croissance du tubercule ; la pomme de terre est très sensible au gel. Le zéro de végétation est compris entre 6 et 8°C. Les températures optimales de croissance des tubercules se situent aux alentours de 18°C le jour et 12°C la nuit et une température du sol supérieure à 25°C est défavorable à la tubérisation.

D'après Clarys (2005), la tubérisation exige des températures inférieures à 24°C le jour et inférieure à 16°C la nuit.

1.5.1.2-La pluviométrie :

Selon Crosnier (1987), entre la plantation et la levée de la pomme de terre, le sol doit être humide autour du plant, sans être gorgé d'eau. Une abondance d'eau peut donner des racines « paresseuses ».

Cependant, les besoins en eau deviennent importants entre le démarrage de la tubérisation et le grossissement des tubercules, entre le 50^{ème} et le 90^{ème} jour, (Laumonnier, 1979 ; Anonyme, 1997).

Clarys (2005), note que la pluviométrie adéquate tout au long du cycle doit être de 500 à 750 mm.

1.5.1.3-La lumière :

Bodlaender (1963), a constaté qu'en faible éclairage, l'intensité photosynthétique diminue entraînant la formation de petites quantités de sucres qui sont utilisés préférentiellement par le feuillage au détriment des racines.

1.5.1.4-La photopériode :

Les nuits de longue durée favorisent une induction précoce de la tubérisation.

Cette réaction de jour court sur la tubérisation est fonction des génotypes. En effet, il existe pour chacun d'eux une longueur critique de jour ou de photopériode critique. Au dessous de cette période critique, la tubérisation du génotype s'effectue normalement alors qu'au dessus elle est freinée ou totalement inhibée. La plupart des cultivars utilisés dans les régions à climat tempéré ont des photopériodes critiques entre 13 heures et 16 heures (Bodlaender, 1963 ; Ellisseche et *al.*, 1992 ; Rousselle et *al.*, 1996).

Chibane (1999), signale 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.

1.5.2-Les exigences édaphiques :

La plupart des sols conviennent à la culture de la pomme de terre à condition qu'ils soient bien drainés et pas trop pierreux. Les sols préférés sont ceux qui sont profonds, fertiles et meubles. La pomme de terre se développe mieux dans des sols à texture plus ou moins grossière, de la sablonneuse à la sablo-limoneuse, que dans des sols à texture fine et battante (argileuse ou argilo-limoneuse) car, ces dernières empêchent tout grossissement du tubercule (Chibane, 1999 et Clarys, 2005).

Chibane (1999), note que dans les sols légèrement acides (PH=5,5à6), la pomme de terre peut donner de bons rendements alors qu'une alcalinité excessive peut causer le développement de la galle commune sur tubercules.

Néanmoins, la pomme de terre est relativement tolérante à la salinité par rapport aux autres cultures maraîchères qui manifestent souvent un blocage de l'absorption de l'eau par les racines.

D'après les travaux de Clarck (in : Laumonier, 1979), l'état physique du sol présente une réelle importance au moment de la formation des boutons floraux, car c'est à ce stade que se forment également les tubercules.

Un sol trop 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, l'asphyxie de la plante et devient difficile à travailler.

1.5.3-Fertilisation :

1.5.3.1-Fumure organique :

La fumure organique améliore la structure du sol, accroît la capacité de rétention de l'eau, régularise la nutrition des plantes et aide l'absorption des éléments fertilisants (Anonyme, 1997).

Les fumiers des bovins et des ovins constituent la fumure organique la plus couramment utilisée en Algérie (Anonyme, 1994). La dose préconisée est de 20 à 25 tonnes par hectare.

Selon Clarys (2005), 10 à 20 tonnes par hectare de fumier bien décomposé est suffisante.

1.5.3.2-Fumure minérale :

La fumure minérale est apportée avant la plantation pour les engrais facteur de précocité directement assimilables. La fumure azotée peut être fractionnée ; une partie avant la plantation et l'autre en cours de végétation

D'une façon générale, la fumure recommandée est de type 11-15-15 (11% d'azote, 15% de phosphore et 15% de potassium) à raison de 12qx/ha ; il est conseillé d'ajouter 200 à 250Kg d'ammonitrate (engrais azotée) en début de végétation, ou bien deux épandages dont le

premier s'effectue (150Kg) en début de végétation et le second (150Kg) en phase de croissance active (Anonyme, 1994).

Selon Bedin et Malet (1989), l'azote favorise le développement foliaire, la formation et le grossissement des tubercules. La potasse est responsable de la formation des tubercules de gros calibre. L'acide phosphorique favorise la formation de petits calibres de pomme de terre ; c'est aussi un élément qui facilite le développement racinaire et hâte la végétation en augmentant le nombre total des tubercules et leur teneur en matière sèche

La forme par laquelle l'élément potassium (K) est apporté n'est pas indifférente. Il apparaît que le sulfate de potasse est préférable pour la pomme de terre de consommation (Chagnon et *al.*, 2000 ; Eleanor et *al.*, 2002 ; Desaulniers et Dubost, 2003).

Chapitre 2 : Les problèmes phytosanitaires de la pomme de terre.

2.1- Accidents météorologiques :

Ce sont les écarts de température, les vents, les brûlures dues au soleil, le gel, la grêle et la neige qui sont responsables des divers accidents météorologiques.

2.2-Maladies :

Une multitude d'organismes vivants est capable de se développer au dépens de la culture de pomme de terre (Milaire et *al.* 1990 ; Soltner, 1990). Les dégâts provoqués par ces organismes se manifestent à tous les stades de la culture et dans les différents types de culture (primeur, saison et arrière saison), entraînant parfois des pertes considérables.

A titre d'exemple, le virus de l'enroulement de la pomme de terre (PLRV) peut causer des pertes de rendement assez importantes, pouvant atteindre 90% (Anonyme, 1979).

2.2.1-Maladies cryptogamiques :

Les maladies d'origine cryptogamiques s'installent aussi bien sur les feuilles que sur les tubercules.

a- Le mildiou :

Maladie causé par le champignon *Phytophthora infestans*, le mildiou est reconnu à ces symptômes : les taches foliaires sont nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide où l'on peut voir à la face inférieure les fructifications du champignon (duvet blanc fugace). Sur les tiges, on voit de grandes taches brunes irrégulières, pouvant les ceinturer complètement (Humans et *al.*, 1998).

Sur les tubercules, les symptômes apparaissent sous forme de plages marbrées de brun bosselées (Radtke et Rieckmann, 1991 ; Duvauchelle et Dubois, 1999).

Les dégâts dus au mildiou sur pomme de terre sont : la défoliation, le dessèchement et la mort du plant et le pourrissement des tubercules.

Les conditions favorables pour le développement du mildiou sont : une température entre 18et 22°C le jour et entre 12et15°C la nuit ; un taux d'humidité relative au dessus de 90% et une pluie et rosée abondante (Anonyme, 2004a).

b-La fusariose :

Cette maladie causée par des champignons du genre *Fusarium*, est responsable du

dépérissement des plants. Il existe différentes races Fusariennes (selon les régions du monde).

Les organismes responsables persistent dans le sol jusqu'à une profondeur de 80cm. Les symptômes sont : décoloration de la tige commençant par un léger jaunissement longitudinal sur une portion de celle-ci et évoluant en une bande jaune plus marquée puis en une nécrose brune à marron clair. Les vaisseaux à l'intérieur de la tige brunissent entraînant un jaunissement du rachis, de la foliole et éventuellement de la feuille entière (Rowe, 1982 ; Duvauchelle et Dubois, 2000).

c- L'alternariose :

C'est une maladie apparentée au mildiou, causée par *Alternaria solani* caractérisée par des taches foliaires brunes à anneaux concentriques, rondes ou irrégulières et délimitées par les nervures entraînant le jaunissement du feuillage entre les lésions (Villeneuve, 1999).

2.2.2-Maladies bactériennes :

Ce sont en général des pourritures molles qui se développent à la faveur de grandes chaleurs et de blessures des tubercules. Ces altérations peuvent être considérables, et concernent aussi bien la culture que les stocks ou elles affectent la production en qualité et en quantité.

Les deux plus importantes maladies sont le flétrissement bactérien causé par *Corynebacterium sepedonicum* et la maladie de la jambe noire causée par le genre *Erwinia*.

- **a- Le flétrissement bactérien :** La bactérie *Pseudomonas solanacearum* se propage plus rapidement dans les climats en temps chaud par un flétrissement du plant (Crowley et al., 1983 ; Sylvie et Voldeng 1999 ; Lacroix, 2004).
- **b- La jambe noire :** Cette maladie très répandue dans les régions chaudes et humides, est causée par des bactéries du genre *Erwinia*. Elle apparaît souvent suite à des blessures des tubercules d'origine mécanique ou par d'autres fléaux. Les tissus infectés sont plus humides et prennent une couleur allant du blanc au marron crème (Horton, 1987 ; Chibane, 1999).

D'autres agents bactériens sont responsables de maladies sur pomme de terre tellesque :

- La pourriture brune causée par *Pseudomonas solanacearum* ;
- La pourriture annulaire causée par *Clavobacter michiganensis sp* ;
- La galle commune causée par *Streptomyces scabies*.

2.2.3-Maladies virales :

Les virus sont des agents infectieux, qui envahissent leurs hôtes sensibles de façon généralisée ou systématique.

Les virus provoquant des mosaïques se multiplient abondamment dans les parenchymes, en particulier dans les zones vertes claires ou jaunes du feuillage mosaïqué (Chibane, 1999).

Sur les feuilles, au moment de l'infection peuvent apparaître des symptômes nécrotiques ou chlorotiques sous forme d'anneaux, de lignes sinueuses ou de façon moins nette, des nécroses, et des plages jaunes ou anthocyanées. Les virus qui, au contraire, se multiplient de façon préférentielle ou exclusive dans les tissus de la plante hôte, provoquent soit un jaunissement avec arrêt presque total de la croissance, soit des enrroulements. Les feuilles plus petites que la normale prennent une consistance cassante et se recourbent en cuillère. Ces symptômes traduisent un mauvais fonctionnement de la physiologie de la plante (Nechadi et *al.*, 2002).

Le passage des virus d'une plante à l'autre, condition de développement d'une épidémie, peut se faire de diverses façons :

- la transmission mécanique qui se réalise par contact de plante à plante ou par les outils maraîchers.
- la transmission par des insectes vecteurs de virus est le cas le plus fréquent, comme les: insectes piqueurs (pucerons, cicadelles, thrips et aleurodes), insectes broyeurs (Chrysomélides, coccinelles phytophages et quelques Curculionides).
- La transmission par le sol : soit directe aux racines ou aux feuilles inférieures à partir des débris végétaux, soit par vecteur tellurique appartenant aux nématodes ou aux champignons inférieurs (Barksdale et *al.*, 1972).

Parmi les virus qui s'attaquent à la pomme de terre, on peut citer le virus X de la pomme de terre, virus de la mosaïque du concombre (CMV), potyvirus, géminivirus et le virus Y de la pomme de terre...etc. (Watterson, 1985 ; Blancard, 1988).

2.3-Ravageurs :

2.3.1-Les nématodes :

La culture de pomme de terre est sujette à deux types de nématodes : les nématodes à galles (Ingham et *al.*, 2004) et les nématodes à kyste (Langeslag et *al.*, 1982). D'après Reddy (1983) et Robinson et *al.*, (1987), les nématodes à kyste appartenant aux genre *Globodera*. Les femelles, en fin de développement, émergent des racines et se transforment en kystes, contenant 500 à 600 œufs à maturité échelonnée.

Les plants attaqués ont un développement faible dû à l'obstruction du système vasculaire des racines ; ils prennent un aspect exagérément chevelu, avec atrophie des racines principales.

De plus, sous l'influence de la sécrétion salivaire des larves il y a formation de cellules géantes qui entravent la circulation de la sève et perturbent la nutrition des plantes. Les racines devenues non fonctionnelles ne peuvent plus absorber l'eau et les éléments nutritifs du sol ; par conséquent, la tubérisation diminue et les tubercules formés

sont de petite taille (Faghihi et Ferris, 2004).

L'optimum thermique pour le développement des nématodes à kyste est inférieur à celui des *Meloidogyne* 15°C à 29°C (Messlaen et al., 1991).

2.3.2-Les acariens :

D'après Piguët (1960), les acariens sont de minuscules ravageurs se développant sur les organes végétaux. Les dommages qu'ils provoquent se manifestent sous diverses formes : nécroses, décolorations, déformations, chutes...etc., des feuilles, des bourgeons et des fruits. Selon Mallamaire (1965), deux familles sont plus inféodées à la culture de pomme de terre.

a- Tétranychidés :

Cette famille renferme plusieurs espèces nuisibles aux cultures ; le corps des adultes ne dépasse pas 0.8mm dans sa plus grande longueur et la coloration est variable : verdâtre, jaunâtre, orangée, rouge et brun rougeâtre. L'espèce la plus importante dans cette famille est *Tetranychus urticae* KOCH. Cet acarien vit à la face inférieure des feuilles jeunes dont il pique l'épiderme. Il pénètre son rostre dans les tissus lacuneux causant le dessèchement et la mort des cellules et la feuille attaquée prend un aspect plombé ou brunit.

De plus, ces Tétranyques sécrètent une soie très fine qui forme une toile. Celle-ci sert essentiellement de protection, mais arrive aussi à recouvrir entièrement les feuilles attaquées ;

Lorsque les symptômes de l'acariose sont tardifs par rapport à la levée, les dégâts peuvent atteindre 30 à 35% ; lorsque l'attaque est plus précoce, ils peuvent atteindre jusqu'à 70% (Mallamaire, 1965).

Les dégâts les plus importants ont lieu au printemps ou les plantes attaquées peuvent périr en une dizaine de jours .Cependant, comme pour la plupart des Tétranyques, dès que l'humidité augmente les acariens diminuent, et lorsque la saison des pluies est normalement déclenchée les acariens disparaissent.

b-Eriophydés :

Ces acariens piquent les bourgeons, les inflorescences, les feuilles ou les fruits des végétaux. Ces piqûres entraînent la formation de poils hypertrophiés, des déformations des feuilles et des bourgeons, la production de galles et la formation de liège se traduisant par un brunissement de l'épiderme.

L'espèce *Icerya sheldoni* Ewing est la plus connue grâce à ses attaques aux bourgeons qui provoquent des malformations des feuilles, des fleurs et des fruits. *Eriophyes destructor* Keiffer est responsable de l'acariose bronzée de la pomme de terre aux Etats-Unis, en Espagne et au Maroc.

2.3.3- Les mollusques :

Les limaces et les escargots sont des ravageurs secondaires de la pomme de terre, mais qui peuvent néanmoins localement causer de gros dégâts. Ces mollusques broutent le feuillage, réduisant ainsi la photosynthèse. Les attaques sur les tubercules occasionnent les plus gros dégâts, elles ont lieu lorsque les tubercules sont proches de la surface et ou lorsque le sol est meuble ou fissuré en profondeur (Lambion et *al.*, 2006).

2.3.4-Les insectes :

Parmi les ordres les plus important de la classe des insectes nous citons :

2.3.4.1- Les homoptères :

Dans cet ordre on destingue essentiellement les pucerons ou aphides.

Les Pucerons :

Les pucerons possèdent un rostre (*Hemiptera*) et mesurent environ 1-4mm. Dans nos régions, il y a plusieurs espèces de pucerons, chacune avec ses propres caractéristiques, son propre mode de vie et sa propre plante hôte dans différentes cultures.

Les pucerons ont un abdomen rond jusqu'à piriforme avec deux cornicules, ces cornicules non seulement produisent du miellat, mais aussi des « phéromones d'alarme », qui préviennent les autres pucerons en cas de danger. Les caractéristiques distinctives des pucerons sont les cornicules, la cauda (queue), les antennes et les tubercules frontaux (Hullé et *al.*, 1999).

Les pucerons peuvent causer des dégâts de façons suivantes :

- Ils sucent des éléments nutritifs de la plante, ce qui perturbe sa croissance ;
- L'excès de sucres est sécrété sous forme de miellat sur lequel des fumagines peuvent se produire ; les fumagines couvrent les feuilles et des fruits
- Ils peuvent transmettre des virus, exemple le virus Y de la pomme de terre ;
- Ils peuvent sécréter des toxines dans les plantes (Fauquet et Thowven, 1984).

2.3.4.2- Les coléoptères :

D'après Duvauchelle et Dubois, (1998) ; Lambion et *al.*, (2006), les coléoptères se sont des espèces de type broyeur, sur pomme de terre on destingue le doryphore et les taupins.

- **Le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*) :** C'est un ravageur aérien petit coléoptère de 10à 12mm de longueur. L'adulte se caractérise par ses élytres beiges rayés de dix bandes noires. Les larves, à ne pas confondre avec les nymphes des coccinelles, ont un abdomen renflé rouge orangé, avec un double rangé de points noirs sur le côté. La nymphose a lieu dans le sol, et les adultes hivernent dans le sol et émergent à la fin du printemps. Les larves comme les adultes consomment le feuillage et la défoliation peut rapidement être complète. Les pertes de rendement sont importantes si l'attaque survient tôt dans la saison.

- **Les taupins** : Se sont des ravageurs du sol, de petits coléoptères de la famille des Elatéridés. Parmi les espèces les plus connues, *Agriotes obscurus*, *A. sputator*, *A. lineatus* et *A. sordidus*, les adultes sont caractérisés par leurs forme élancée et par leur capacité à sauter, ils ne font pas de dégâts sur les cultures. Par contre, les larves, appelées aussi vers « fils de fer », sont très polyphage, elles vivent dans le sol où elles se nourrissent de la chair des tubercules, faisant des morsures superficielles ou creusant de véritables galeries.

2.3.4.3- Les lépidoptères :

Ce sont des insectes du type suceur, leur tête est petite par rapport au corps, ils portent de gros yeux composés ainsi que fréquemment des ocelles (Leraut, 1990).

Les espèces les plus nuisibles à la pomme de terre appartenant aux lépidoptères sont :

a- Mineuse de la tomate :

Les cultures de la famille des solanacées comme la tomate, la pomme de terre et l'aubergine sont les plantes hôtes de prédilection de la mineuse de la tomate, *Keiferia lycopersicella* (Walsingham).

En revanche, d'autres espèces de la même famille comme le poivron et le tabac ne sont pas favorables au développement de ce ravageur ; Certaines mauvaises herbes de la famille des Solanacées, comme la morelle de la caroline (*Solanum carolinense* L), peuvent servir d'hôtes secondaires (Elmore et Howland, 1943).

Les galeries que creusent les larves de cet insecte à l'intérieur des feuilles sont les lésions les plus communes.

Le cycle évolutif de la mineuse de la tomate comporte quatre stades (œuf -larve- pupe- adulte) et se déroule entre 26 jours lorsque la température varie de 24 à 26°C, et en 100 jours lorsqu'il fait de 10 à 13°C (Elmore et Howland, 1943).

Le meilleur moyen de se prémunir contre la mineuse de la tomate consiste à conjuguer plusieurs stratégies, qui sont les suivantes :

- La surveillance est essentielle pour détecter l'apparition des adultes et éviter la multiplication ;

b-La teigne de la pomme de terre (*Phthorimaea operculella* Zeller) :

C'est un microlepidoptère appartenant à la famille des *Gelechiidae*. L'adulte est décrit comme un petit papillon gris argenté d'environ 15mm d'envergure, avec des ailes grisâtres C'est le ravageur le plus redoutable de la culture de pomme de terre les parties végétatives et sur les tubercules, *Phthorimaea operculella* Zeller ; il fait l'objet de la présente étude.

Chapitre 3 : Généralités sur la teigne de la pomme de terre, *Phthorimaea operculella*.

3.1- Position systématique :

La Teigne de la pomme de terre est connue sous le nom de *Phthorimaea operculella* Z). Elle fait partie de la classe des insectes et occupe la position systématique suivante :

- Ordre : *Lepidoptera*
- Sous ordre : *Dytrisia*
- Groupe : *Tinoeidae*
- Famille : *Gelechiidae*
- Genre : *Phthorimaea*
- Espèce : *P.operculella* (zeller).

3.2- Origine et répartition géographique :

3.2.1- 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 patrie d'origine était l'Amérique. D'ailleurs plus tard on a reconnu que la teigne avait déjà été décrite au Texas en 1873 par Zeller. Ceci semble d'ailleurs plus probable étant donné la spécificité de l'espèce pour les solanacées et plus particulièrement pour la pomme de terre et le tabac, tous originaires de l'Amérique (Cohic, 1952).

3.2.2- Répartition géographique :

Phthorimaea operculella a actuellement une répartition quasi mondiale, elle existe dans toutes les régions subtropicales et tempérées. Silvain et *al.*, (2005) ; Kroschel et Zeggara, (2006) ont dressé une carte détaillée de sa répartition (fig.1).

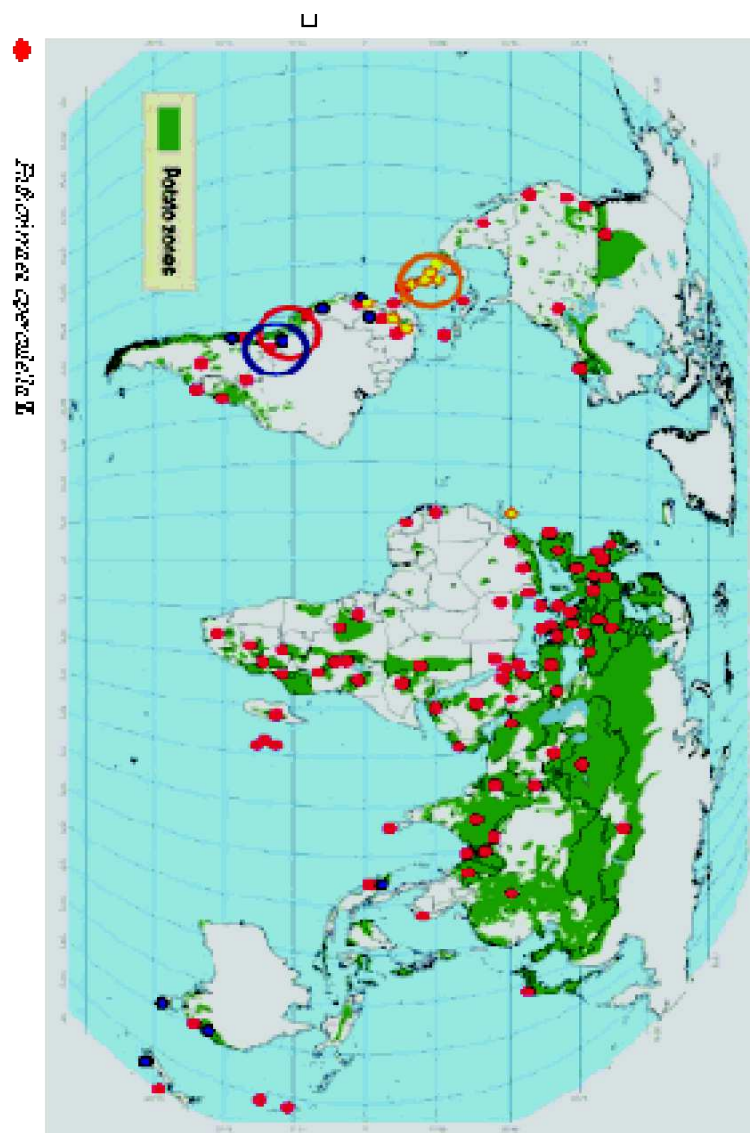


Figure 1 : Répartition géographique de *Phthorimaea operculella* ZELLER dans le monde (Kroschel et Zeggara, 2006)

3.3- Description des états biologiques :

P. operculella passe par quatre états de développement qui sont : l'œuf, larve, chrysalide et l'adulte (fig.2).

3.3.1- L'adulte:

L'adulte est un petit papillon de 12 à 15mm d'envergure qui mesure 10 à 12mm de long. Les ailes antérieures sont tachetées de noir et terminées par de longues écailles filiformes. Les ailes postérieures sont d'un gris soyeux ; leurs extrémités se terminent en pointes bordées de très longues franges.

3.3.2- L'œuf :

L'œuf est ovale, de 0.5mm de diamètre, il est de couleur blanc laiteux nacré, lisse juste après la ponte puis devient jaune et brunit à l'approche de l'éclosion (Sefta, 1998).

3.3.3- La larve :

Durant son cycle de développement, la chenille de la teigne de la pomme de terre passe par quatre stades larvaires, la larves néonate mesure de 1 à 2mm ; elle est de couleur gris verdâtre puis acquiert avec l'âge une couleur blanche avec une légère teinte rose sur le dos. A son complet développement, elle mesure de 15 à 20mm et porte à chaque segment abdominal un petit nombre de soie et quelques points noirs.

3.3.4- La nymphe :

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

3.4- Dimorphisme sexuel :

Il existe un dimorphisme sexuel assez marqué chez *P. operculella* Z 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 génitalia. De plus, il possède des poils jaunes sur le bord antérieur des ailes postérieures. La femelle plus trapue, ne présente aucun de ces caractères (Rondon et al, 2007) (fig.3).

3.5- Biologie de *Phthorimaea operculella* :

3.5.1- Emergence, accouplement et ponte :

L'accouplement commence généralement la nuit, après une période assez courte de maturation qui est de 10 à 15 heures en été et de 24heures en hiver Balachowski (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 4jours après l'émergence en période chaude, une femelle peut pondre entre 150 et 200œufs isolément.

D'après Siafa (1987), aux conditions du laboratoire 26°C et 80%HR), la ponte moyenne enregistrée est de 57.43 œufs.

La fécondité constatée par Chebil, 1983 est plus élevée sur les tubercules que sur les

feuilles. Dans les conditions du laboratoire (25 ± 1°C et 65 ± 5%HR), il enregistre des pontes moyennes de 63 œufs sur tubercules et 41 œufs sur feuilles.

3.5.2-L'embryogenèse :

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 du double (Cohic, 1952).

Alvarez et al. (2005), indiquent que l'éclosion des œufs commence 2 à 6 jours après leur émission en saison chaude.

3.5.3-Développement larvaire :

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 (Balachowsky, 1936 ; Budeta, 1950 ; Alvarez et al., 2005 et Rondon et al., 2007).

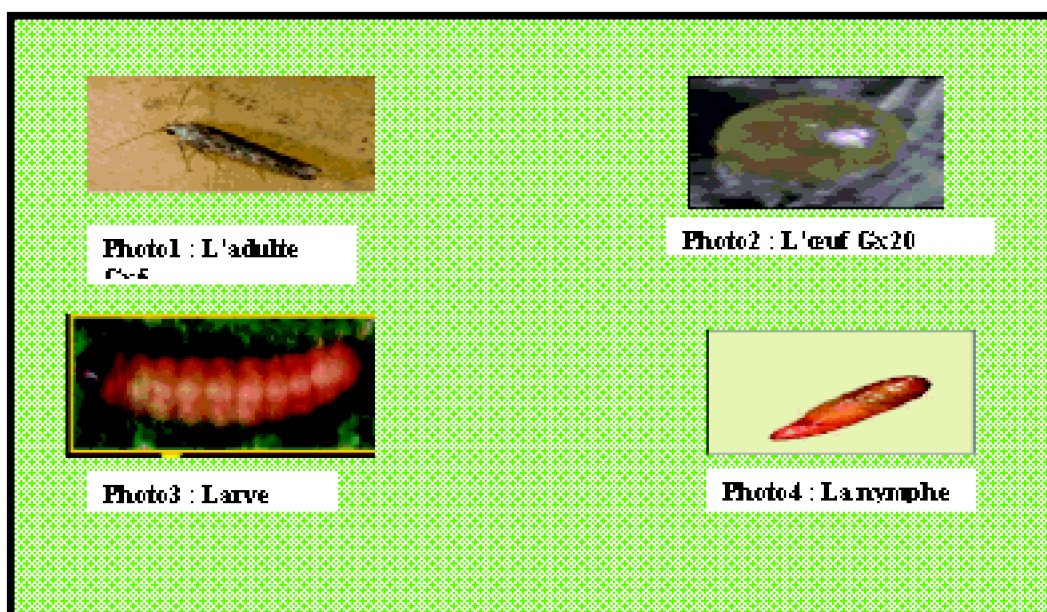
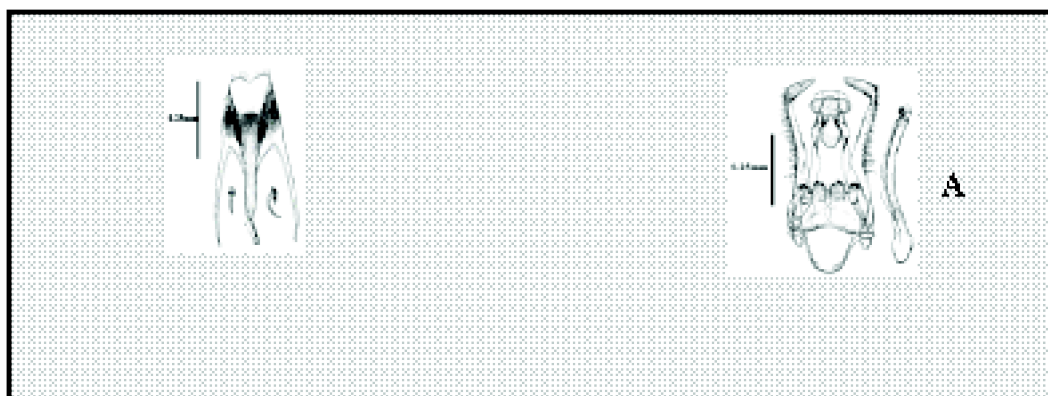


Figure2 : Présentation des différents états biologiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Alvarez et al., 2005 ; Rondon et al., 2007).



A : Génitalia du mâle

B : Génitalia de la femelle

Figure 3 : Génitalia de *Phthorimaea operculella* Zeller (Rondon et al., 2007).

3.5.4- La nymphose :

En fin d'évolution larvaire, la chenille âgée quitte les tissus aériens et les tubercules ou elle se confectionne un cocon parmi les amas de débris laissés sur le sol, sur la plante elle-même, sur les parois des sacs et des entrepôts. Le cocon est solidement fixé aux supports ; à l'intérieur la chenille reste quelque temps inactive puis se transforme en une chrysalide.

Le facteur température conditionne la durée du stade nymphale qui est de 6 à 7 jours en été et 10 à 14 jours en hiver (Cohic, 1952). Plusieurs autres auteurs signalent des durées très proches, donc concordantes. (Al Ali et al.(1977), Alvarez et al.(2005) ; Henderson et al.(1999)).

3.5.5- Durée du cycle biologique :

La durée du cycle biologique est sous la dépendance de nombreux facteurs : température, hygrométrie. Dans la nature, le cycle biologique de *Phthorimaea operculella* selon Alvarez et al. (2005) est de 2 semaines en été et d'environ 7 mois en hiver.

Au cours de la période estivale, dure entre 18 à 30 jours et à la période hivernale, il est de l'ordre de 40 à 50 jours Cohic, (1952)

Au laboratoire, ce cycle est d'environ 4 semaines à des températures comprises entre 23 et 25°C et est de 2.5 semaines en moyenne à des températures plus élevées (Henderson et al., 1999 et Rondon et al, 2007) (fig4).

En plus du facteur chaleur, la durée du cycle est plus rapide dans les tubercules que dans les feuilles, elle est de 7 à 17 jours en été et 18 à 28 jours en hiver.

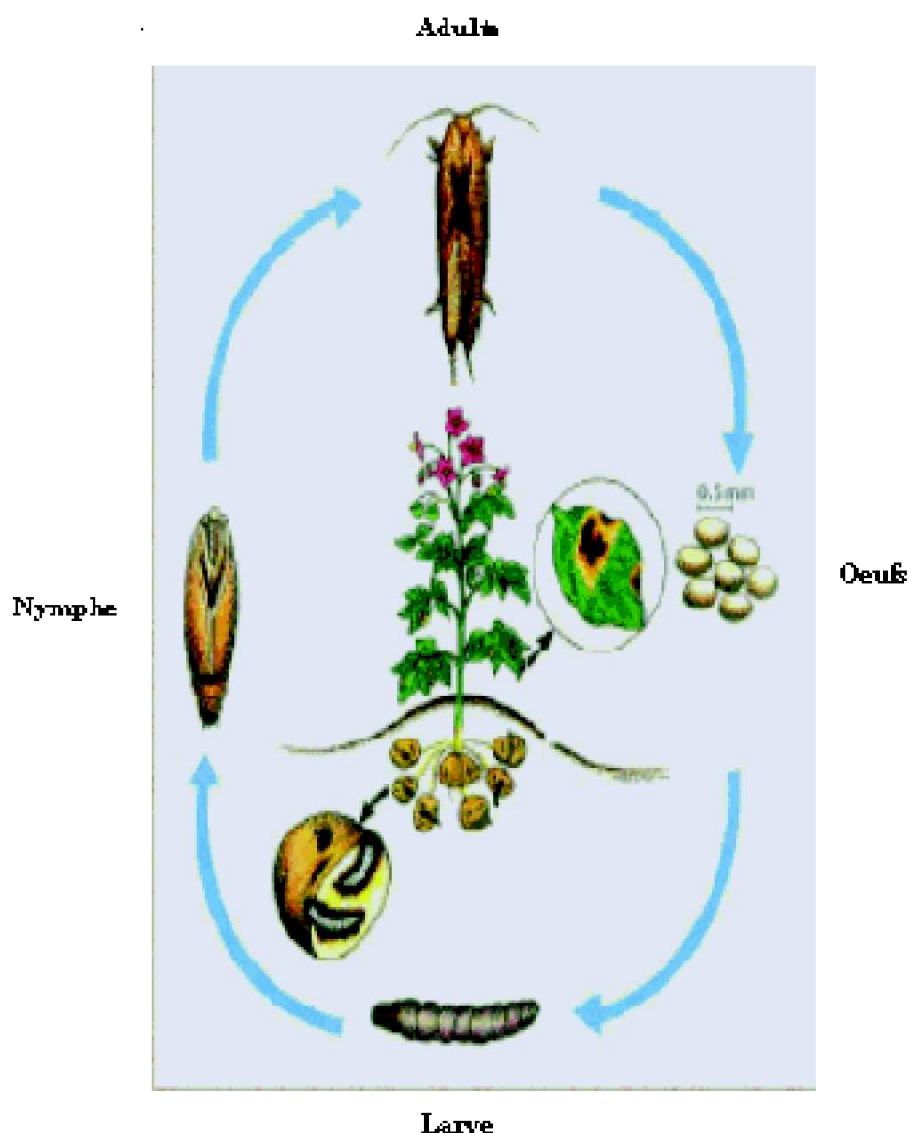


Figure4 : Représentation schématique du cycle biologique de *Phthorimaea operculella* Zeller (Rondon et al , 2007).

3.5.6- Le voltinisme :

Phthorimaea operculella est polyvoltine, le nombre de générations est variable selon les régions et les conditions climatiques.

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

Selon Balachowsky (1966), le nombre de générations le plus élevé s'enregistre dans les régions tropicales où il est de 12 à 13 par an.

3.6- Les plantes hôtes :

Phthorimaea operculella n'est pas un ravageur spécifique de la pomme de terre car dans

certaines régions on l'a signalé sur d'autres espèces végétales cultivées et sauvages. Néanmoins, il possède une prédilection aux espèces appartenant à la famille botanique des Solanacées notamment les espèces suivantes :

- Aubergine (*Solanum melongena*)
- Morelle noire (*solanum nigra*)
- Fausse aubergine (*Solanum turvum*)
- Piment (*Capsicum sp*)
- Datura (la stramoine) (*Datura stramonium* et *Datura sp*)
- Tabac (*Nicotiana tabacum*)
- Tomate (*Lycopersicum esculentum*).

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 *Chenopodiaceae*.

3.7- Dégâts de la teigne de la pomme de terre :

3.7.1- En plein champ :

Phthorimaea operculella attaque la culture de pomme de terre de deux manières différentes et simultanées, par minage des feuilles et par forage des tubercules :

- Le minage des feuilles est un symptôme caractéristique de *P. operculella*. Les chenilles creusent des galeries plus ou moins grandes 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 parfois même à la destruction totale de la partie aérienne en cas de fortes attaques (fig5).
- Les dégâts sur tubercules selon Alvarez et *al.* (2005), sont plus à craindre surtout quand le niveau des populations est élevé. Les chenilles de *P. operculella* accèdent aux tubercules lorsque les œufs sont déposés sur le sol ou d'une manière directe quand les tubercules se trouvent à découverts. Elles forent des galeries sinueuses et des tunnels irréguliers en profondeur ou sous la peau du tubercule (fig5).

En se nourrissant, les chenilles rejettent leurs excréments noirâtres vers l'extérieur qui les rendent facilement repérables. Ces attaques provoquent une perte de la qualité des tubercules si bien qu'ils deviennent inconsommables et inutilisables.



Figure5 : Dégâts de *Phthorimaea operculella* Z. (Alvarez et al., 2005).

3.8.1-En plein champ :

a-Les pratiques culturales :

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

- Le buttage :

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

- L'irrigation :

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 (Bensallah et *al.*, 1994). Selon Ali (1993), une irrigation légère pendant les quatre dernières semaines avant l'arrachage est le traitement le plus efficace.

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

- La date de récolte :

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% par arrachage précoce et 16.7% de pertes quand l'arrachage est tardif.

b-Les moyens biologiques :

La lutte biologique consiste à l'utilisation d'agents naturels afin de limiter les populations de l'insecte nuisible ou de le maintenir au-dessous du seuil de nuisibilité.

- Lutte par l'utilisation de parasitoides :

De nombreux parasitoides des chenilles et des chrysalides ont été signalés à travers le monde et la plupart appartiennent à l'ordre des hyménoptères.

Dominguez-Jiènez et *al.*, (2000) ; Nieto et *al.*(2000), notent l'existence de 83 espèces de parasitoides appartenant à 10 familles, qui peuvent faire l'objet de lutte contre la teigne de la pomme de terre.

Parmi ces espèces figurent principalement : *Copidosoma desantisi* et *C. koehleri* (Hymenoptera : Encertidae), *Apanteles subandinus* ; *Pristomerus spinator* (Hymenoptera : Ichneumonidae) et *Orgilus lepidus* (Hymenoptera : Braconidae).

Ces mêmes auteurs enregistrent un pourcentage de 52.9% de larves parasitées par *Copidosoma desantisi*.

En Algérie, la lutte par l'utilisation de parasitoides contre la teigne de pomme de terre n'est pas encore utilisée, vu la difficulté d'introduction , d'acclimatation des parasitoides et le manque de moyens pour leur élevage et leur conservation.

- Lutte par l'utilisation des biopesticides :

Das et *al.*(1992) ; Hamilton et Mac Donald(1990) ; Kroschel et *al.*(1996) ; Zeddani et *al.*(2003), notent que *Bacillus thuringiensis* est très efficace contre les stades larvaires de la teigne, et l'utilisation du virus de la granulose par épandage en plein champ est particulièrement recommandée.

Lagnaoui et *al.*(1994) ; Sporleder et *al.* (2007), ont précisé que ce virus en se développant sur les chenilles de teigne les rend si faibles qu'elles deviennent incapables de se métamorphoser.

En laboratoire Hafez et *al.*(1994), notent que l'utilisation du champignon *Beauveria bassina* influe sur la durée de vie d'adultes issus de nymphe traités et sur le nombre d'œuf émis.

- L'utilisation de variétés résistantes :

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

De même, Khamassy et Bensallah (1996), concluent que quatre cultivars sur 40 étudiés ont été légèrement infestés.

c- Les moyens chimiques :

Les différents pays à vocation agricole ont tous eu recours en premier, à la lutte chimique tout en essayant, dans la mesure du possible de préserver l'équilibre établi entre les autres ravageurs et leurs auxiliaires. En effet, les traitements chimiques sont indispensables pour protéger les cultures à condition qu'ils soient raisonnés et justifiés par un seuil de nuisibilité.

Selon Ferro et Boiteau (1993), lorsque le nombre d'adultes atteint 15 à 20 individus par piège et par hectare un traitement d'insecticide doit être appliqué.

Les produits chimiques recommandés sont les pyréthrénoïdes pour les tubercules destinés à la semence, et de préférence, les moyens biologiques quand il s'agit de la pomme de terre de consommation (Bensallah et Aalbu (1992) ; Hanafi (1998)).

3.8.2-En stock :

a- Mesures préventives :

Selon Alvarez et *al.*(2005) parmi les mesures préventives à entreprendre il y a lieu ;

- d'assurer un bon entretien des locaux de stockage,
- d'éviter de stocker les tubercules atteints par *P. operculella*, ces derniers peuvent constituer une source de ré infestation de l'entrepôt.
- d'utiliser les hangars équipés, afin d'éviter la pénétration des adultes venant de l'extérieur.
- d'éloigner les lieux de stockage des parcelles de pomme de terre ou toutes les autres plantes hôtes.
- de stocker dans des chambres frigorifiques afin d'empêcher la multiplication de la teigne de pomme de terre.
- de procéder à un bon nettoyage du hangar avant l'introduction de la denrée.

b- Moyens chimiques :

Ces moyens interviennent par des traitements des locaux afin d'éliminer toute forme de

teigne.

Von arx et *al.* (1987), notent que le traitement des tubercules avec *Bacillus thuringiensis* est très efficace à condition qu'il soit appliqué en début de stockage, ou alors avant que le taux d'infestation n'atteigne les 20%.

Lacey et Neven, (2006) ; El Sinary (2006), notent que l'utilisation des extraits végétaux tel que ceux de *Cucurbita pepo* et *Muscudor albus* comme fumigants en stock diminuent les attaques de *Phthorimaea 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 de mâles stériles est également une technique qui permet la concurrence sexuelle et de ce fait diminuer les accouplements.

Chapitre 4 : Présentation des régions d'études

4-1- Région de Ain Defla :

4-1-1- Limites et facteurs édaphiques

La Wilaya de Ain Defla est située à 145Km au sud-ouest de la capitale du pays, elle est limitée par les wilayas suivantes: Tipaza au nord, Chlef à l'ouest, Médéa et Blida au nord-est, et Tissemsilt au sud. Le lieu d'étude choisi se situe dans la commune d'El Amra située à 15 Km au nord ouest du chef lieu de la wilaya.

Les principales caractéristiques des sols de la wilaya de Ain Defla résident en la présence de sols lourds difficiles à travailler et au phénomène de battance.

Il y a deux types de sol :

Les sols alluviaux : ils sont constitués de 95% d'éléments fins, dérivés de marne ou d'argile qui leur confèrent une cohésion et une compacité excessive (Ferhaoui, 1993).

Les sols de terrasses anciennes :

Ils sont rouges sur tuf où sur croûte, très évolués, rubéfiés, décalcifiés en surface ; il existe parfois même des horizons calcaires encroûtés qui gênent l'irrigation.

L'Oued Cheliff avec sa longueur de 700Km, représente la principale source hydrique de la wilaya de Ain Defla. Par ailleurs, il existe trois barrages : Harraza à Djelida avec une capacité de 70 millions de mètres cube ; Derdeur à Tarik ibn ziad avec 115 millions de mètres cubes et Ghrib à Oued chorfa avec 280 millions de mètres cube (Lounis, 1992). La wilaya compte aussi une dizaine de retenues collinaires et 30 forages pour la mobilisation des ressources hydriques (Ferhaoui, 1993).

4.1-2- Climat

La Wilaya de Ain Defla est connue par son climat de type méditerranéen, semi-aride avec un caractère de continentalité marqué par des écarts de températures entre les mois de janvier et août, un hiver froid et des gelées fréquentes allant du mois de novembre au mois de mai.

Les données thermiques : les valeurs mensuelles maximales (M), les valeurs minimales (m) ainsi que les moyennes $(M+m) / 2$ des températures de 1995 à 2004 et de l'année 2007 sont consignées dans les tableaux VI et VII.

Anonyme (2007d)

L'analyse des données des dix dernières années permet de faire les constatations suivantes :

- Les températures sont très douces en hiver et élevées en été.

Les mois les plus chauds sont ceux de juillet et août avec des moyennes respectivement de l'ordre de 28°C et 28.3°C. Le mois le plus froid étant janvier, avec une moyenne de 9.5°C.

Anonyme (2007d)

Les températures moyennes les plus élevées sont enregistrées durant les mois de juillet et août avec respectivement 30,4 et 30,1°C.

Les températures moyennes les plus basses sont enregistrées durant les mois de janvier et décembre avec respectivement 11,7 et 11,2°C.

La pluviométrie est un facteur écologique fondamentale pour le fonctionnement des écosystèmes. La wilaya de Ain Defla se présente sous forme d'une cuvette fermée avec une ouverture sur l'ouest lui permettant de recevoir une pluviométrie de l'ordre de 500 à 600 mm/an.

Les relevés pluviométriques des dix dernières années (1995-2004) et de l'année 2007 sont portés dans les tableaux VIII et IX.

Anonyme (2007d)

L'analyse des données des dix dernières années montre que les mois de janvier et décembre sont les plus pluvieux avec 125,6 et 109,3mm respectivement ; alors que le mois de juillet enregistre la basse quantité avec 2,7mm.

Anonyme (2007d)

L'année 2007 à Ain Defla a été globalement déficitaire, le mois le plus pluvieux est avril avec 87mm suivi de mars avec 67mm alors que les mois les plus secs sont juin, juillet et août avec des valeurs de 0 à 1mm.

L'humidité relative est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (Dreux, 1974). Elle dépend de plusieurs facteurs climatiques comme la pluviométrie et le vent ; Ainsi, une atmosphère humide est plus favorable à la prolifération des champignons parasites qu'une atmosphère sèche. Cette dernière favorisera le développement des

insectes.

Les données hygrométriques pour les dix dernières années (1995-2004) et de l'année 2007 sont consignées dans les tableaux X et XI.

Anonyme (2007d)

Ces données montrent que l'humidité moyenne mensuelle varie de 44% à 75% .On retient donc que les mois les plus sec sont juin, juillet et août et les plus humides sont janvier et décembre.

Anonyme (2007d)

Les mois les plus humides sont février et décembre alors que les mois les plus sec sont juillet et août.

4.1-3- Diagrammes ombrothermique de Gausson de la région de Ain Defla :

Ce diagramme nous permet d'illustrer les périodes sèches et humides au cours de l'année.

Dajoz (1985), considère que la sécheresse s'établit lorsque le total des précipitations exprimées en millimètres est inférieur au double de la température en degrés celsius ($p \leq 2t$).

Le diagramme ombrothermique de la région de Ain Defla (fig.6) montre l'existence d'une période sèche qui s'étale de la mi mai à mi octobre, période qui a enregistré des moyennes de pluviométrie faible.

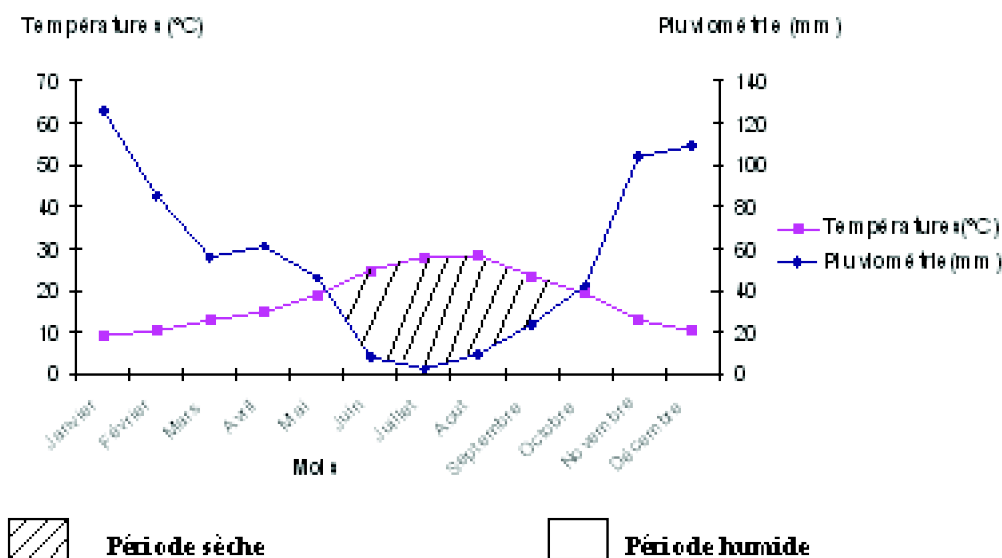


Figure6 : Diagramme ombrothermique de Gausson des dix dernières années pour la région de Ain Defla.

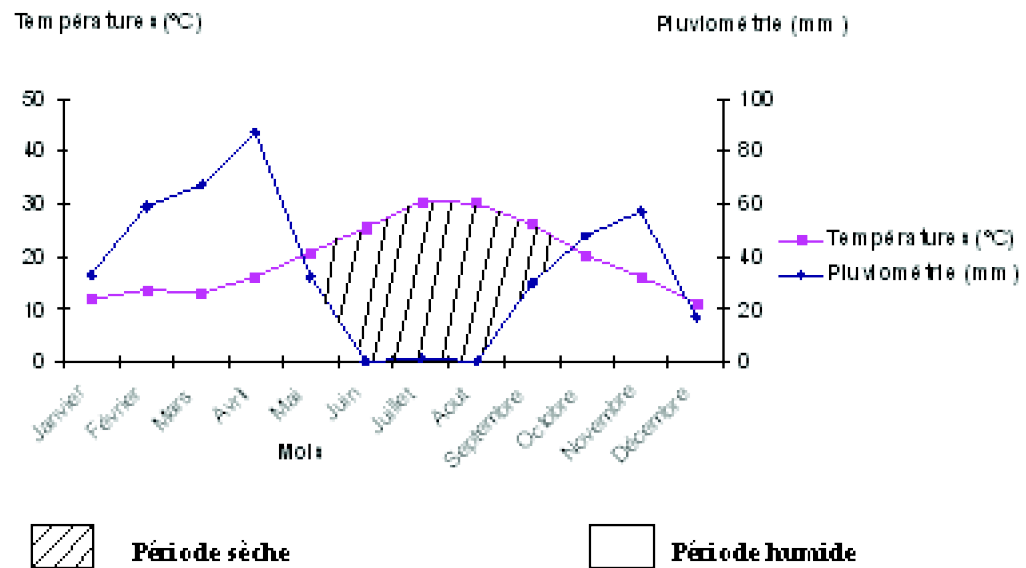


Figure7 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de l'année 2007 pour la région de Ain Defla.

Pour l'année d'étude, la région est passée par deux périodes humides de courtes durée et une période sèche, cette dernière s'étale du mois de mai à mi octobre, alors que les périodes humides l'une s'étale de janvier au mois de mai et la deuxième de mi octobre à mi novembre où il y avait des gelées importantes qui ont affecté les cultures (fig.7).

Selon Ferhaoui (1993), les vents de l'ouest prédominent la région, ils sont humides parce qu'ils sont sous l'influence de la mer, tandis que les vents chauds et secs, ils soufflent en été dans la direction Est-Ouest. Ces vents sont redoutés par les agriculteurs.

4-2- Région de Zéralda :

4-2- 1- Limites et facteurs édaphiques :

Zéralda est une commune de la wilaya d'Alger, située à 29Km à l'ouest d'Alger, elle est délimitée par les communes de Douaouda au nord-est, Staoueli et Soudania et au sud par Mahelma.

Zéralda est une commune à vocation agricole et touristique, est située sur une vaste plaine du Sahel Algérois en légère déclivité et qui débouche sur des plages de sable fin.

- On trouve des sols limoneux sableux dans les régions côtières et plus on s'éloigne de la mer on a des sols argileux limoneux.
- Zéralda caractérisée par deux oueds qui sont l'Oued Mazafran au sud-ouest et l'oued Mehelma au nord- est.

En plus, de son altitude basse, la région a une réserve d'eau sous terrain plus riches ce qui lui permet d'avoir des forages à faibles profondeur.

4-2-2- Climat :

Le climat de la région est marqué par une période de sécheresse estivale plus ou moins accentuée et des précipitations intervenant surtout en hiver, le plus souvent irrégulières et sous forme d'averses. La proximité de la mer favorise la prédominance des vents marins comme c'est le cas de la station El Djounoud où nous avons fait notre étude.

Les données thermothermiques des dix dernières années (1996-2006) ainsi que pour l'année 2007 sont consignées dans les tableaux XII et XIII .

Tableau XII : Températures Moyennes mensuelles des dix dernières années (1996-2006).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Min.(°C)	9.25	8.67	10.96	12.78	15.63	18.72	22.5	22.6	19.8	19.7	18.99	10.39
Max.(°C)	16.14	16.14	19.77	20.52	23.41	27.97	28.3	31.3	28.1	25.7	19.96	17.09
Moy.	12.69	12.55	15.36	16.65	19.52	23.34	25.4	26.95	23.95	22.7	19.47	13.74

Anonyme (2007e)

Tableau XIII : Températures moyennes mensuelles de l'année 2007.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Min.(°C)	10.5	12.4	11.0	14.1	17	19.7	21.3	22.7	20.6	17.6	12.3	10.4
Max.(°C)	16.5	17.1	17	19.1	25	26.1	29.4	32.5	27.7	24.3	19.0	17.2
Moy.	13.5	14.75	14.00	16.6	21	22.9	25.35	27.6	24.15	20.95	15.65	13.8

Anonyme (2007e)

L'analyse des dix dernières années permet de constater :

Les températures sont douces en hiver et élevées en été ; Dans la région de Zéralda, les mois les plus chauds sont ceux de juillet et août, avec une moyenne de l'ordre de 25.35°C et 27.6°C alors que le mois le plus froid correspond à celui de février avec une moyenne de 12.55°C.

L'année 2007 a connu un hiver doux et un été sec, puisque les températures moyennes minimales, étaient de 10.5°C en janvier et 12.4°C en février.

Les températures maximales oscillent entre 29.4°C en juillet et 32.5°C en août, cette situation nécessite un apport d'eau sous forme d'irrigations fractionnées, pour combler le déficit en eau durant la période de sécheresse.

Une bonne répartition des pluies est nécessaire pour la culture de pomme de terre, La pluie est un élément primordial des climats relativement secs que sont les climats méditerranéens.

Les relevés des précipitations des dix dernières années (1996-2006) et de l'année 2007 sont mentionnés dans les tableaux suivants ;

Tableau XIV : Quantités mensuelles des précipitations des dix dernières années (1996-2006).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Pluviométrie (mm)	70.5	61.77	35.67	34.96	43.39	0.81	0.5	5.1	20.7	29.6	107.52	105.91

Anonyme (2007e)

L'analyse des données (1996-2006), permet de faire les remarques suivantes ; le mois le plus humide correspond à celui de novembre avec une moyenne de 107.52mm, par contre le mois de juillet correspond au mois le plus sec avec 0.5mm.

Tableau XV : Précipitations Moyennes mensuelles en 2007.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Pluviométrie (mm)	27.8	75.4	93.5	43.1	1.7	10.6	-	7.2	28.9	135.2	351.7	65.5

Anonyme (2007e)

Durant l'année 2007, les précipitations enregistrées sont irrégulières, elle sont maximales pendant les mois de novembre avec 351.7mm et octobre avec 135.2mm, nulle en juillet et de 27.8mm en janvier.

Les données hygrométriques pour les dix dernières années (1996-2006) et de l'année 2007 sont consignées dans les tableaux XVI et XVII ;

Anonyme (2007e)

D'après ce tableau, durant les dix dernières années l'humidité varie entre 52 et 70%.

Tableau XVII : L'humidité relative Moyennes mensuelles en 2007.

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Humidité (%)	72	70	71	76	62	69	61	67	70	72	68	69

Anonyme (2007e)

Pour l'année d'étude la moyenne d'humidité est aux alentours de 70%.

4-2- 3- Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Zéralda :

Etude comparative du 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

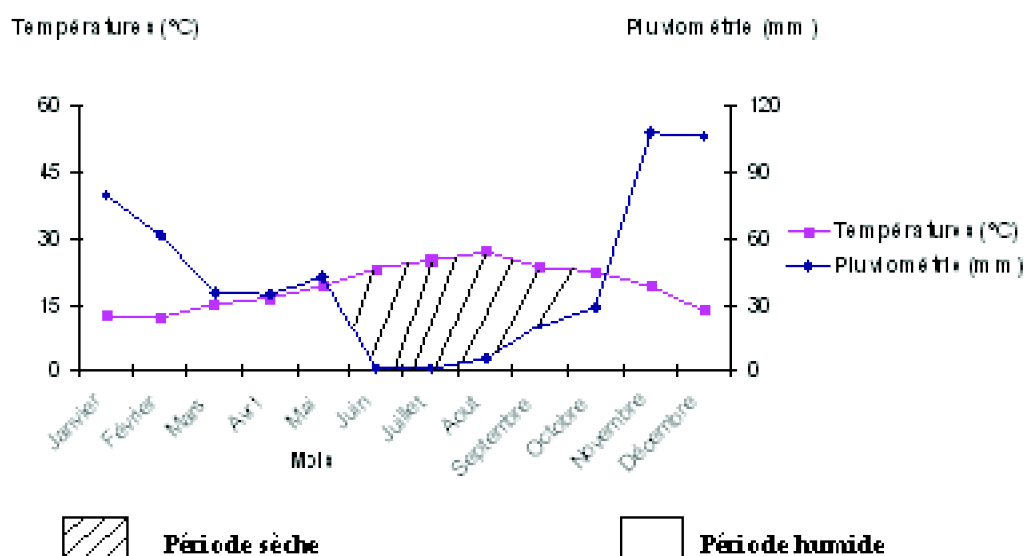


Figure8 : Diagramme ombrothermique de Gausson des dix dernières années pour la région de Zéralda.

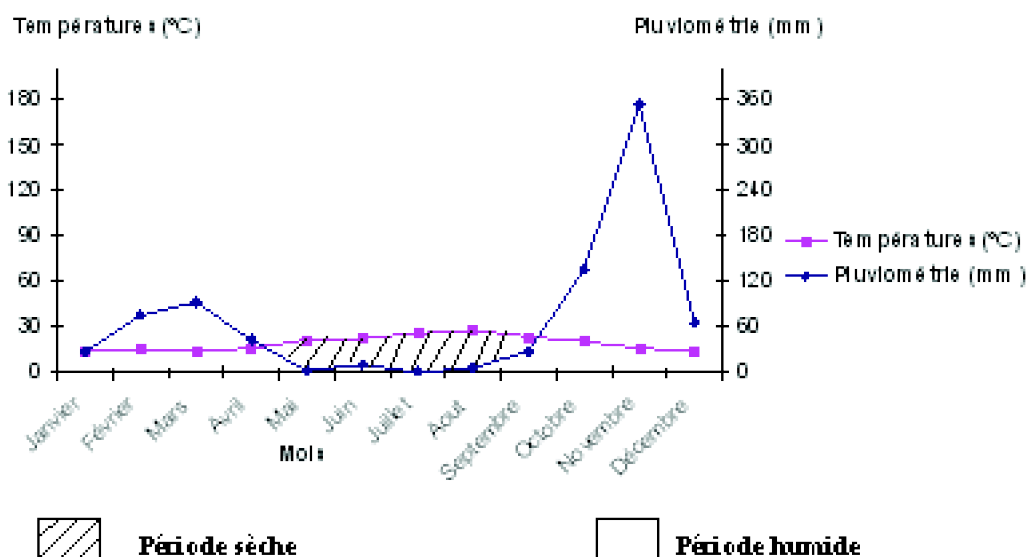


Figure9 : Diagramme ombrothermique de Gausson de l'année 2007 pour la région de Zéralda.

D'après le diagramme ombrothermique réalisé en dix ans, la région de Zéralda enregistre une période sèche et deux périodes humides, l'une s'étale de janvier à mi Mai et la deuxième durant les mois de novembre et décembre, par contre la période sèche va de mi Mai à la fin du mois d'octobre (fig.8).

Le diagramme ombrothermique pour la région de Zéralda durant l'année d'étude montre aussi l'existence d'une période sèche qui s'étale de mi avril à mi Septembre et deux périodes, l'une s'étale de Janvier à mi Avril et la seconde de mi Septembre à la fin Décembre (fig.9)

- La région est dominée par les vents marins.

4-3- Région de Khemis El Khechna :

4-3-1- Limites et facteurs édaphiques :

La région fait partie des daïra de Boumerdes, située à 30Km à l'est de la wilaya d'Alger, environ 35Km au sud ouest de la wilaya de Boumerdes ; C'est une région à climat méditerranéen avec une pluviométrie qui varie entre 250 à 350mm/an.

- Le sol est moyennement lourd à texture limono argileux.
- Le barrage de Keddara, permet des irrigations permanentes pour les agriculteurs de la région, en plus l'altitude d'environ 25 à 30m, permet aussi d'avoir des forages à moyenne profondeur.

4-3-2- Climat :

Les tableaux XVIII et XIX présentent les températures moyennes mensuelles des dix dernières années (1996- 2005) et celle de l'année 2007.

Tableau XVIII : Relevé des températures mensuelles des dernières années (1996-2005)

Mois	janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Min.(°C)	5.7	5.0	7.1	8.9	12.6	16.4	19.0	20.2	17.6	14.2	9.7	6.9
Max.(°C)	17.3	17.2	20.0	21.9	24.7	29.4	31.6	32.7	29.8	26.6	20.6	17.9
Moy.	11.5	11.1	13.6	15.4	18.7	22.9	25.3	26.5	23.7	20.4	15.1	12.4

Anonyme (2007d)

D'après le tableau XVIII, les températures sont très douces en hiver et très élevées en été.

Dans la région de Khemis El Khechna, les mois les plus chauds sont ceux de juillet et août avec des moyennes respectives de 25.3°C et 26.5°C, alors que le mois le plus froid correspond à celui de février avec une moyenne de 11.1°C.

Tableau XIX : Relevé des températures mensuelles de l'année 2007

Mois	janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Min. (°C)	05.1	8.0	7.3	11.6	12.3	18.0	18.5	20.2	17.5	13.0	8.8	6.8
Max. (°C)	18.5	19.4	18.7	20.4	26.3	28.3	31.5	33.0	28.6	24.6	19.8	17.2
Moy.	11.0	13.5	12.6	15.8	19.3	22.7	25.2	26.3	22.9	19.3	13.7	11.3

Anonyme (2007d)

Pour l'année d'étude, les mois les plus chauds sont juillet et août avec respectivement 25,2 et 26,3°C, alors que les mois les plus froids sont janvier avec 11°C et décembre avec

Etude comparative du 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

11,3°C.

Les précipitations dans la région avoisinent 600 mm/an, les relevés pluviométriques des dix dernières années (1996- 2005) et de l'année 2007 sont reportés sur les tableaux XX et XXI.

Tableau XX : Quantité mensuelle de pluviométrie (1996- 2005)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Pluviométrie (mm)	80.5	82.0	39.6	63.8	46.4	4.9	2.1	11.6	24.4	47.3	98.0	91.5

Anonyme (2007d)

D'après le tableau, le mois de novembre est le plus pluvieux de l'année avec 98mm alors que le mois le plus sec est le mois de juillet avec 2.1mm.

Tableau XXI : Quantité mensuelles de la pluviométrie de l'année 2007

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Pluviométrie (mm)	110	60	152	60	16	10	2	12	38	116	250	42

Anonyme (2007d)

Le mois le plus pluvieux est novembre avec 250mm et juillet est le mois le plus sec avec 2mm.

Les moyennes mensuelles de l'humidité relative des dix dernières années (1996- 2005) et de l'année 2007 sont représentées dans les tableaux 22 et 23.

Tableau XXII : Moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) des dix dernières années (1996- 2005).

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Humidité (%)	79	81	77	75	77	71	70	69	72	74	79	79

Anonyme (2007d)

La moyenne annuelle de l'humidité relative s'élève à 75%, la région de Khemis El Khechna enregistre des taux d'humidité élevée, donc c'est une région humide.

Anonyme (2007d)

La région de Khemis el Khechna enregistre des moyennes d'humidité élevée en 2007 avec un maximum de 86% en avril et une minimale de 68% en juillet.

4-3-3- Diagrammes ombrothermique de Gaussen et Bagnauls de la région de Khemis El Khechna :

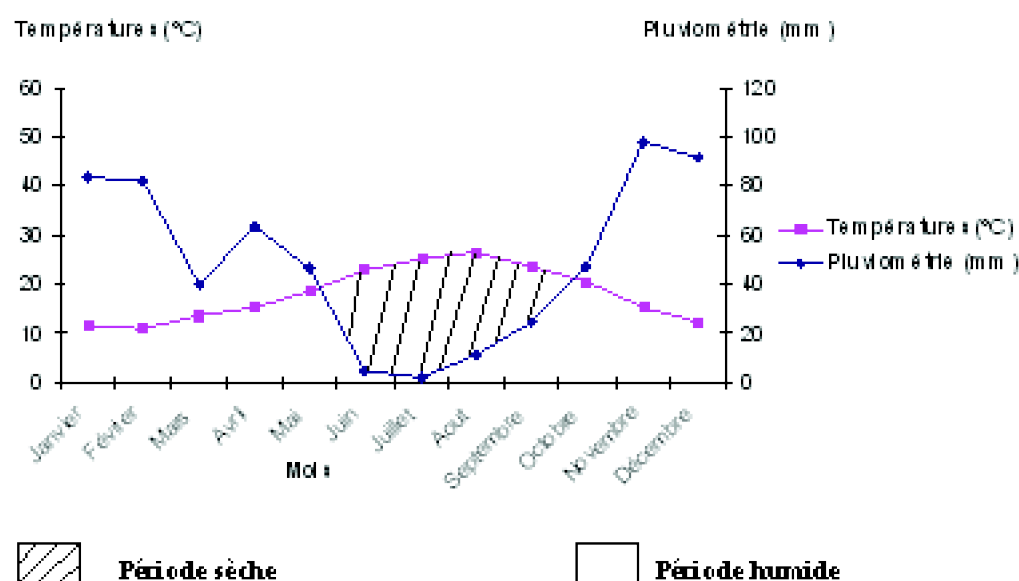


Figure10 : Diagramme ombrothermique de Gausson des dix dernières années pour la région de Khemis el Khechna.

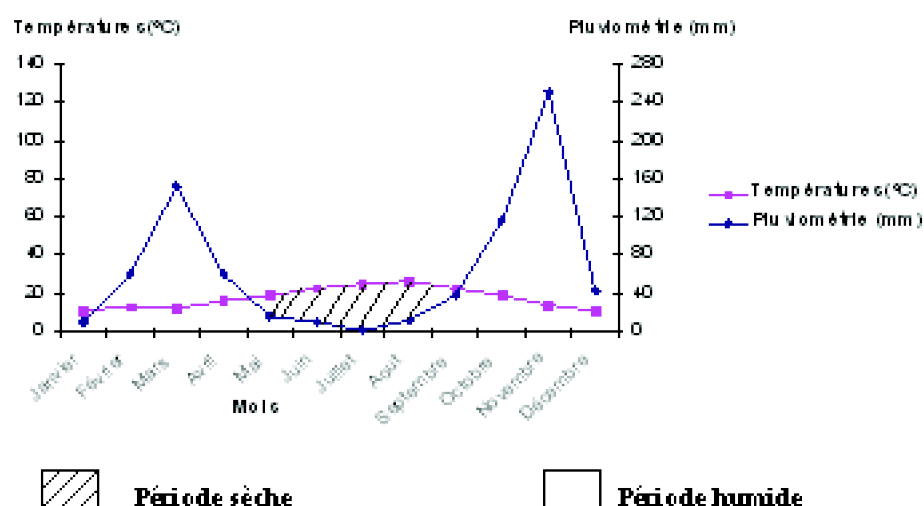


Figure11 : Diagramme ombrothermique de Gausson de l'année 2007 pour la région de Khemis el Khechna.

La région de Khemis el Khechna, selon le diagramme ombrothermique on enregistre deux périodes humides et une période sèche qui s'étale de mi Mai à mi Octobre, alors que pour les périodes humides, l'une s'étale du mois de janvier à la fin du mois de Mai et la seconde s'étale de la fin octobre au mois de décembre (fig.10).

Pour la région de Khemis el Khechna, pour l'année d'étude, on enregistre une période sèche qui s'étale du début Mai à mi Septembre ce qui implique de faibles précipitations d'où les agriculteurs se basent sur l'irrigation pour récompenser le déficit en eau et deux périodes humides l'une de Janvier à la fin du mois d'Avril et la deuxième de mi Septembre à Décembre (fig.11).

La région est dominée par des vents nord-est et des vents nord et ouest, donc vent de plusieurs orientations

4-4- Climagramme pluviométrique d'Emberger :

Pour élaborer ce climagramme, EMBERGER a utilisé un quotient Q2.

$$Q2 = 100 \frac{P}{0.5(M+m)} (M-m)$$

Ce quotient varie en fonction inverse de la sécheresse du lieu ; plus la sécheresse annuelle globale sera grande, plus le quotient sera petit.

Ce quotient a été modifié par STEWART (1969) ;

$$Q2 = 3.43 \frac{P}{M-m}$$

Avec : P, Pluviométrie annuelle (mm) ;

M, Moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C) ;

m, moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

Donc après calcul on a :

- Pour Ain Defla : Q2=70,66
- Zéralda : Q2= 103,48
- Khemis El Khechna : Q2=84,39

Ce qui fait ressortir que les régions de Zéralda et Khemis el Khechna se situent dans l'étage bioclimatique sub humide, alors que la région de Ain Defla dans le semi aride (fig.12).

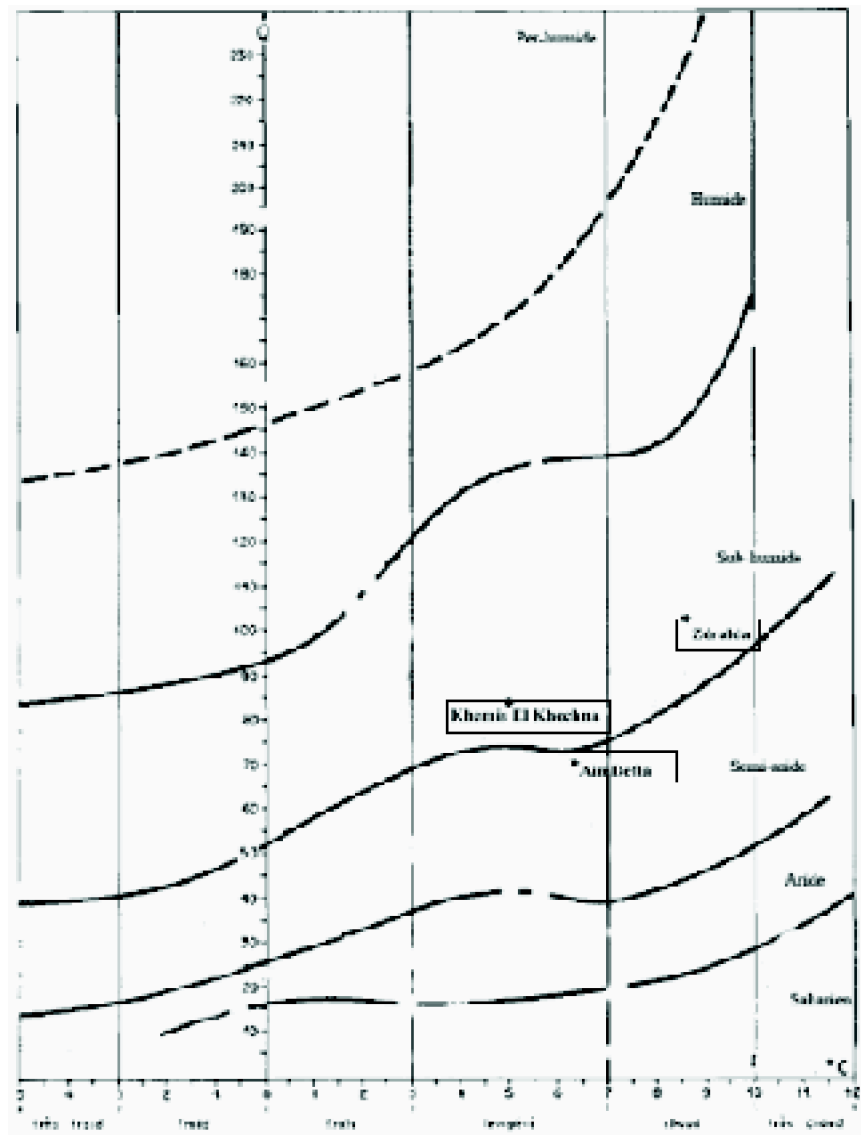


Figure12 : Place de Ain Defla, Zéralda et Khemis el Khechna dans le climagramme d'Emberger

Deuxième Partie :Partie expérimentale

1- Matériels et méthode :

Notre étude est réalisée dans trois stations différentes, l'une à Ain Defla ; la deuxième à Zéralda et la troisième à Khemis el Khechna dans la wilaya de Boumerdès. Elle vise à comparer l'état des cultures par rapport aux dégâts de la teigne et d'en estimer les taux d'attaque.

La méthode consiste donc à procéder à des échantillonnages étudiés de façon à pouvoir récolter le maximum de données relatives aux attaques de la teigne pour une meilleure représentativité des résultats. Pour cela, dans chaque station, nous avons adopté le dispositif expérimental suivant : (figure13)

Le dispositif expérimental adopté comprend 06 unités expérimentales de 25m² réparties aléatoirement à raison de deux unités par bande parcellaire.

La délimitation des unités expérimentales est faite quelques jours après la levée de la pomme de terre. Des sorties mensuelles ont été faites pour le comptage des galeries larvaires présentes à l'intérieur des unités expérimentales.

Dans chaque unité expérimentale la lecture a porté sur 20 plants pris aléatoirement, et les observations portent sur toute la partie aérienne des plants.

Etude comparative du 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

Un deuxième échantillonnage est réalisé sur tous les plants qui se trouvent sur les diagonales de la parcelle. Ceci nous permet d'augmenter les chances d'observations des attaques d'une part, mais aussi de récolter éventuellement des galeries parasitées.

A la récolte, les productions des unités expérimentales étudiées sont soumises à un premier contrôle visuel des attaques. Une deuxième lecture des attaques porte sur les tubercules portant des symptômes issus de chaque micro parcelle. Celle-ci, est réalisée en laboratoire après conservation des tubercules dans une étuve pendant environ une dizaine de jours, temps suffisant pour que les dégâts deviennent assez visibles. Auparavant, les tubercules subissent des observations sous loupe binoculaire afin de raffiner le contrôle en éliminant les tubercules atteints par les jeunes stades, symptômes invisibles à l'œil nu au champ.

En plus, on procède à la conservation d'une centaine de tubercules ramenés de la parcelle afin d'estimer les dégâts en laboratoire après une dizaine de jours de conservation.

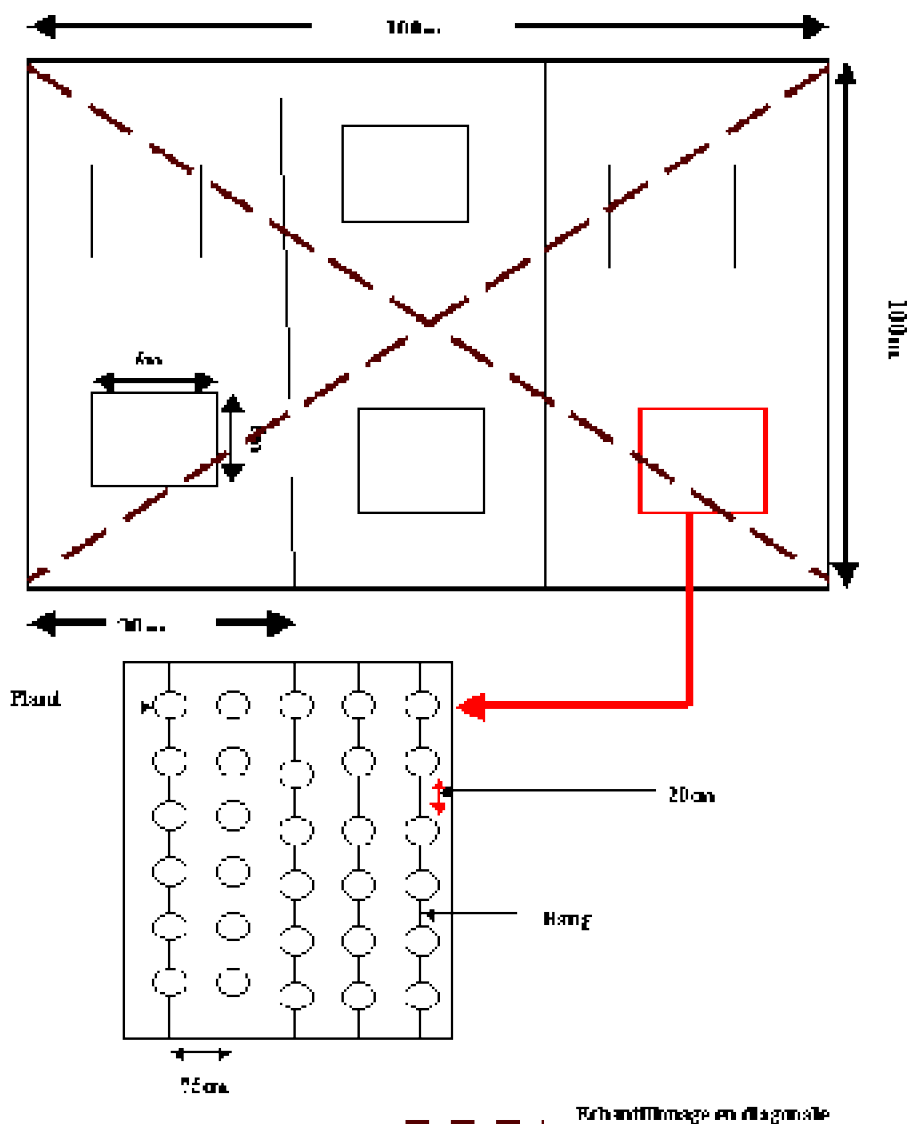


Figure13 : Schéma du dispositif expérimental

2- Résultats et discussion :

2-1 Cas de la culture de saison :

2-1-1-Région de Ain Defla :

Parcelles	1	2	3	4	5	6	Total	Moy.	%
Caractéristiques									
Nombre de plants	20	20	20	20	20	20	120	20	-
Nombre de plants atteints	03	03	03	01	01	00	11	-	9,16
Nombre d'attaques feuillage	03	05	03	01	01	00	13	1,16	-
Production	100	100	60	90	71	142	563	4,7	
Tubercules atteints à la récolte	12	06	79	06	04	08	45	-	7,99
Nombre total d'attaques 10 jours après	17	01	07	03	04	05	39	0,87	-

Tableau XXIV : Résultats des attaques de la teigne sur la culture de saison – Ain Defla.

De ce tableau, il en ressort une variabilité des attaques dans les six microparcelles. On enregistre de faibles attaques sur feuilles mais qui sont plus importantes sur tubercules.

L'examen des tubercules à la récolte, montre que les dégâts représentent 7,99% (tableau XXIV).

Le nombre moyen d'attaque enregistré sur tubercules après leur conservation avoisine les 0,87.

En raison de l'apparition tardive des attaques, deux comptages seulement ont été réalisés, l'un au début du mois de mai et l'autre juste avant la récolte.

L'histogramme de la figure14, illustrant les attaques sur plants nous montre que, les premiers dégâts sont apparus deux mois et demi après plantation.

Le niveau d'infestation reste faible en raison de la forte attaque du mildiou, qui a porté préjudice à une bonne partie de la masse foliaire de la culture. Malgré cela, on enregistre une légère progression du nombre de plants atteints à la fin du mois de mai, sans doute

Etude comparative du 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

en raison des conditions climatiques devenues favorables à la teigne (28°C ; 64% HR).

Le nombre moyen d'attaque évolue faiblement dans le temps (1,0 à 1,9) ; ce qui montre la non prolifération de l'insecte en cette période (figure15). En effet, les conditions climatiques des mois de mars et avril avec des moyennes de température de 13,1°C et 16°C et des précipitations importantes de l'ordre de 67 mm et 87 mm ont certainement influé sur le développement de cette génération.

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

Aussi, les femelles, en absence de feuilles vertes déposent certainement leurs œufs ailleurs, sur le sol près des tubercules déjà formés ou bien sur les tubercules mal butés.

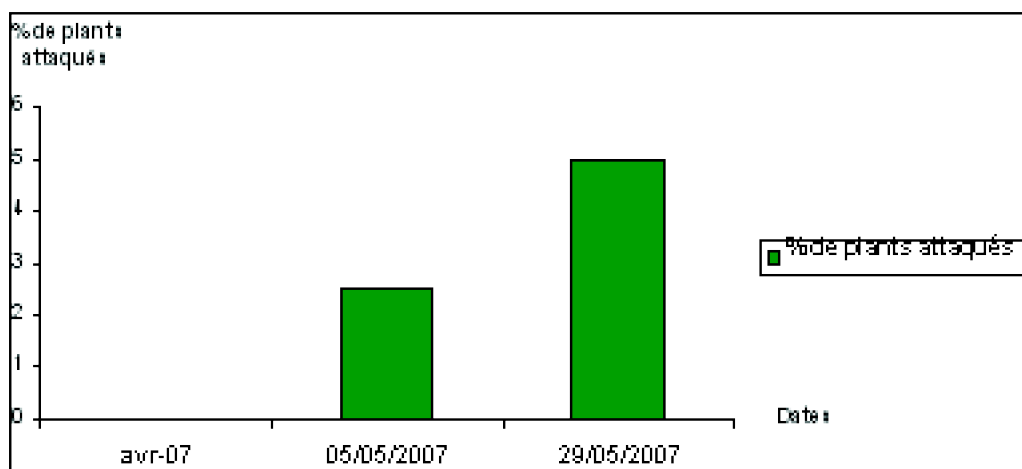


Figure14 : Evolution du pourcentage de plants attaqués sur culture de saison à Ain Defla.

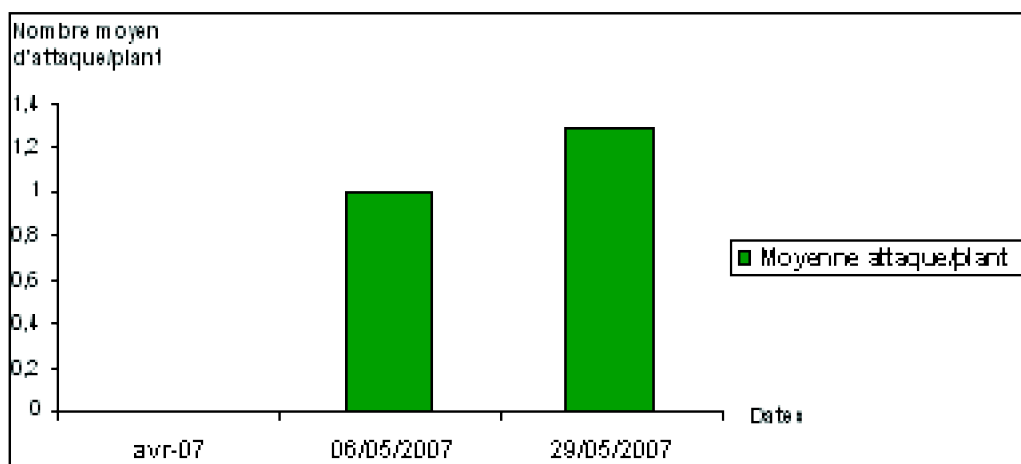


Figure15 : Evolution du nombre moyen d'attaques sur feuilles sur culture de saison à Ain Defla.

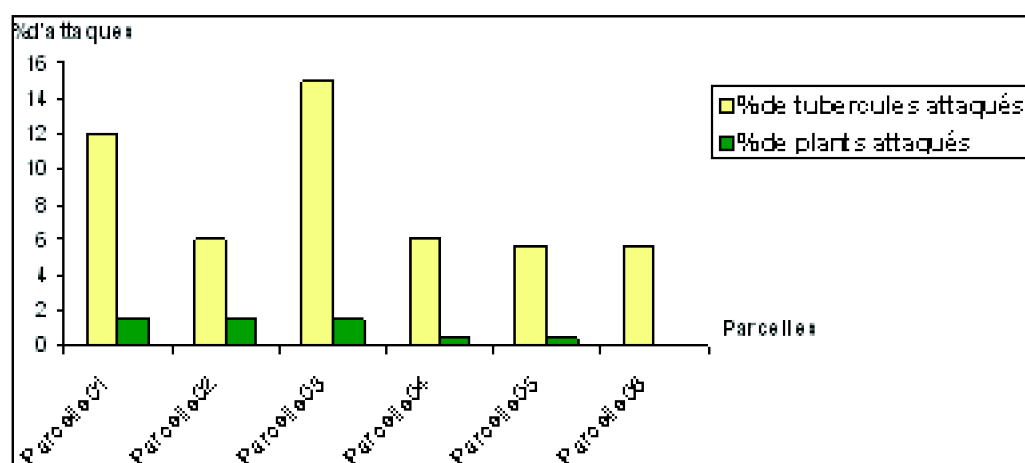


Figure16 : Pourcentages des attaques sur feuilles et sur tubercules sur culture de saison à Ain Defla.

2-1-2- Région de Zéralda :

Parcelles	1	2	3	4	5	6	Total	Moy.	%
Caractéristiques									
Nombre de plants	20	20	20	20	20	20	120	20	-
Nombre de plants atteints	01	01	00	00	02	00	04	-	3,33
Nombre d'attaques feuillage	01	01	00	00	02	00	04	1	
Production	180	150	130	150	160	200	970	8,08	
Nombre de tubercules atteints	03	07	00	05	11	03	29	-	2,50
Nombre d'attaques 10 jours après	01	01	00	02	02	01	08	0,24	-

Tableau XXV : Résultats des attaques de la teigne sur la culture de saison – Zéralda.

Au niveau de la partie aérienne, on remarque un nombre de plants atteints très faible de l'ordre de 3,33 %, avec une moyenne d'attaque de une par plant. Sur tubercules et même après conservation, nous avons enregistré une moyenne également peu élevée de 0,24 attaque par tubercule.

Les figures 17 et 18 montrent que les premiers symptômes ont eu lieu à la fin du mois de mai, cette période coïncide avec la phase de tubérisation, où les feuilles commencent à se dessécher surtout les parties basales.

L'apparition tardive des attaques s'explique toujours par les conditions climatiques qu'a connu la région. Les températures enregistrées au mois de mars (16,6°C) et d'avril (14°C) ainsi que les précipitations respectivement de 93,5mm et 43,1mm ont

Etude comparative du 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

certainement ralenti le développement du ravageur.

A la récolte, on enregistre un taux de 3,50% de tubercules atteints donc légèrement plus élevé que celui sur feuilles, Ceci s'explique par la pénétration des larves au niveau du sol, ce dernier étant du type sableux l'insecte pénètre facilement. De même, nous avons noté des attaques sur tubercules dans certaines parcelles qui ne présentaient pas de dégâts sur feuillage (fig.19).

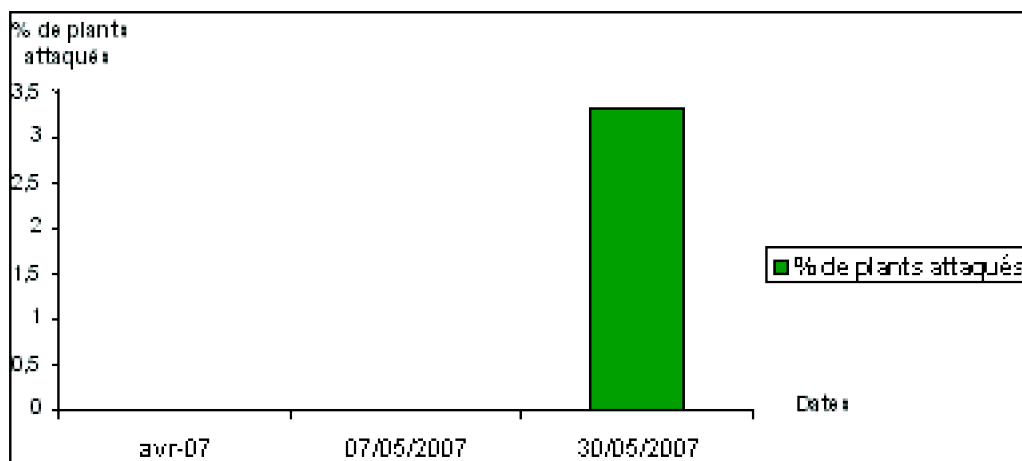


Figure17: Evolution du pourcentage de plants atteints sur culture de saison à Zéralda.

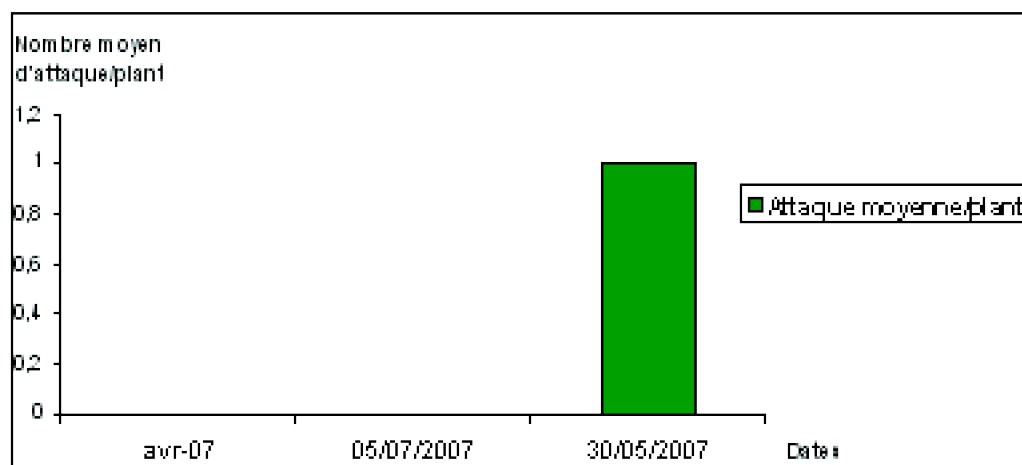


Figure18 : Evolution du nombre moyen d'attaques sur feuilles sur culture de saison à Zéralda.

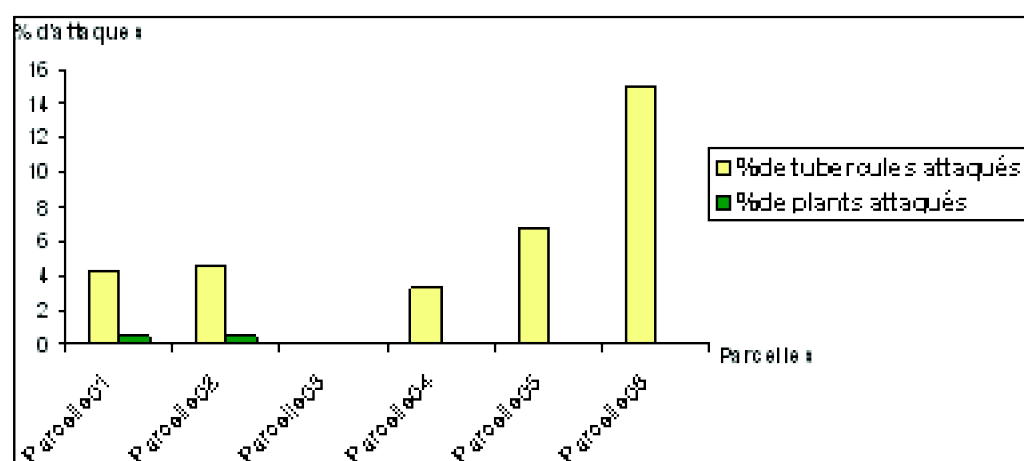


Figure19 : Pourcentages des attaques sur feuilles et sur tubercules sur culture de saison à Zéralda.

2-1-3-Région de Khemis el Khechna :

Parcelles	1	2	3	4	5	6	Total	Moy.	%
Caractéristique									
Nombre de plants	20	20	20	20	20	20	120	20	-
Nombre de plants atteints	01	01	01	00	01	01	05	-	4,16
Nombre d'attaque feuillage	03	01	01	00	02	01	08	1,6	-
Production	100	100	100	100	100	100	600	5	
Nombre de tubercules atteints	00	00	00	00	00	00	00		00
Nombre total d'attaque Sur tubercules	00	00	00	00	00	00	00	00	-

Tableau XXVI : Résultats des attaques de la teigne sur la culture de saison –Khemis el Khechna.

Ce tableau ne fait ressortir que des attaques sur feuillage avec 4,16 % de plants atteints et une moyenne de 1,6.

La figure20 portant 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 avec une moyenne d'attaque de 1,6 (fig.21), Les conditions climatiques (12,6°C au mois de mars) une pluviométrie de 152 mm au mois de mars, et 60 mm en avril ont contribué beaucoup plus au développement du mildiou qu'à la teigne.

A la récolte, les productions des six parcelles ne présentaient aucune attaque. Nous

Etude comparative du 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

pouvons attribuer ce phénomène aux faibles attaques sur le feuillage et aussi à la nature des sols de la région qui sont de texture argileuse donc lourd et compactes difficilement pénétrables par les larves (figure22).

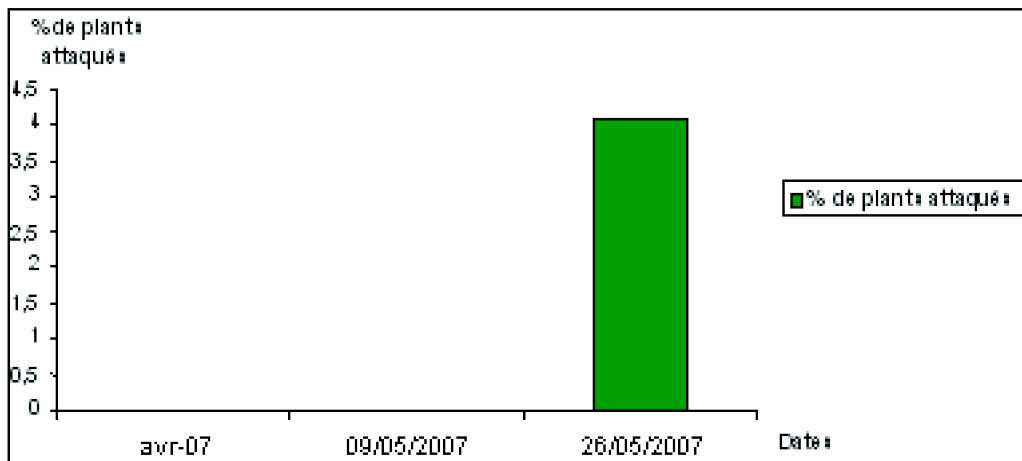


Figure20 : Evolution du pourcentage de plants attaqués sur culture de saison à Khemis el Khechna.

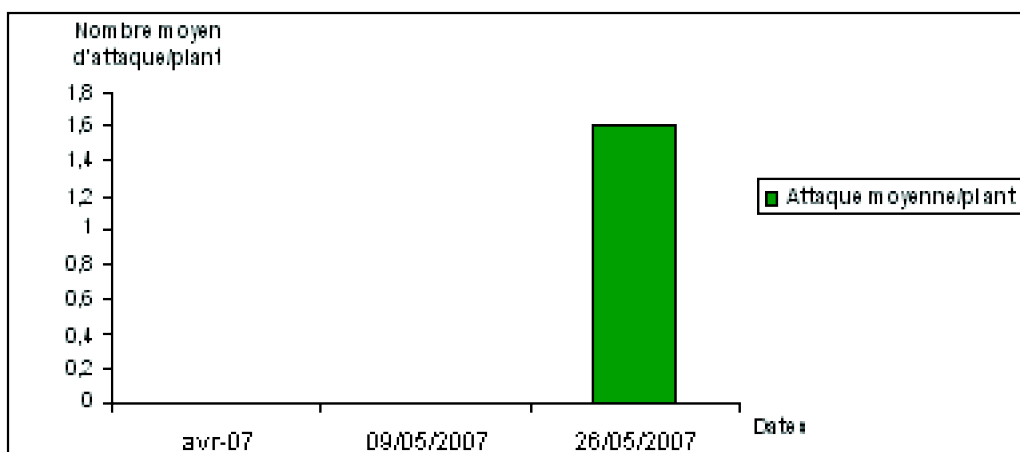


Figure21 : Evolution du nombre moyen d'attaque sur feuilles sur culture de saison à Khemis el Khechna.

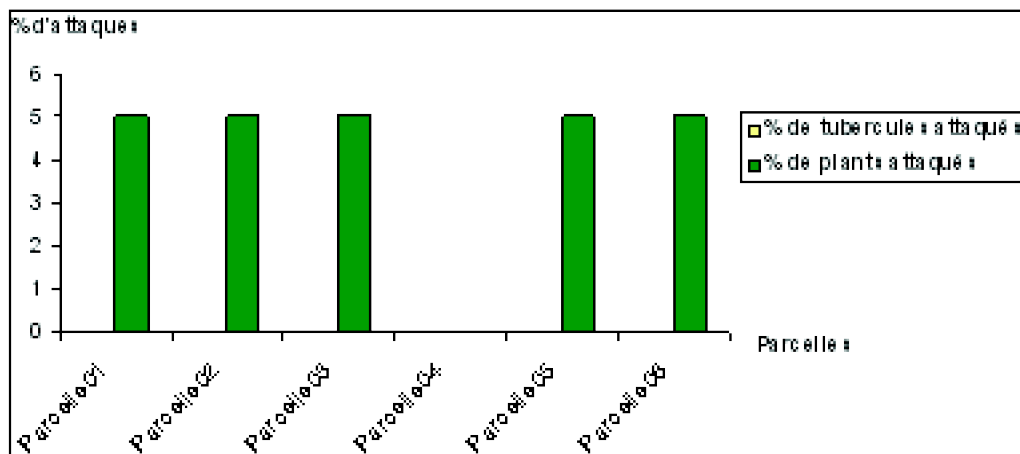


Figure22 : Pourcentages des attaques sur feuilles sur culture de saison à Khemis el Khechna.

2-2-Comparaison des dégâts dans les trois régions d'étude sur culture de saison :

Les dégâts enregistrés sur la partie aérienne sont de l'ordre de 53% dans la région de Ain Defla de 26% à Khemis el Khechna et de 21% à Zéralda. (fig.23)

Les dégâts enregistrés sur la production sont aussi variables, avec des taux de 7,99% pour la région de Ain Defla, 3,5% pour la région de Zéralda et aucune attaque pour Khemis el Khechna (fig.24).

De ces résultats il ressort que, c'est la région de Ain Defla qui a présenté le plus fort d'attaque aussi bien sur feuilles que sur tubercules., par contre pour Khemis el Khechna malgré les dégâts enregistrés sur feuillages, à la production le taux d'attaque est nul.

Ces variations sont liées aux caractéristiques écologiques de chaque région et de leur climat. Ain Defla avec son climat semi aride, chaud, offre plus de conditions au développement de la teigne. , Le climat sub humide des deux autres régions rallonge plus le cycle du ravageur d'où le taux de pullulation moins important .La nature du sol joue également un rôle dans la contamination des tubercules par les chenilles et les pontes directes.

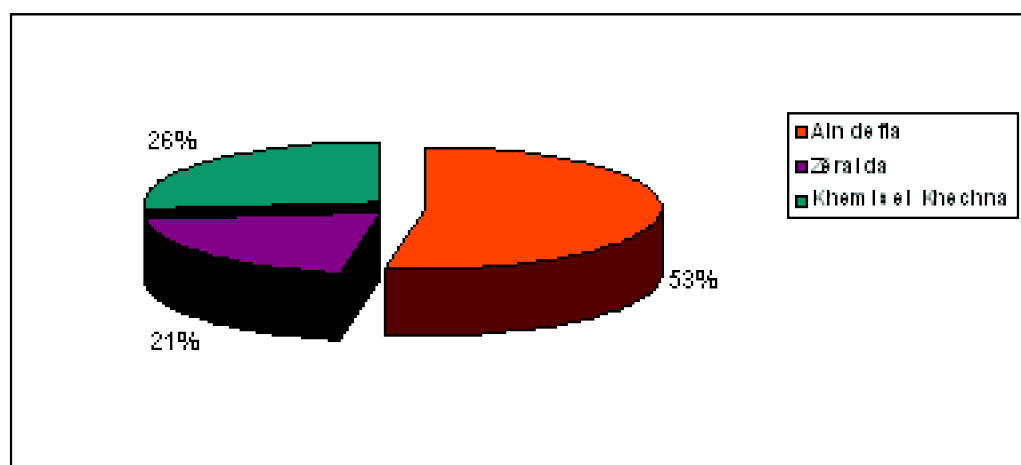


Figure23 : Comparaison par région des pourcentages de plants attaqués sur culture de saison.

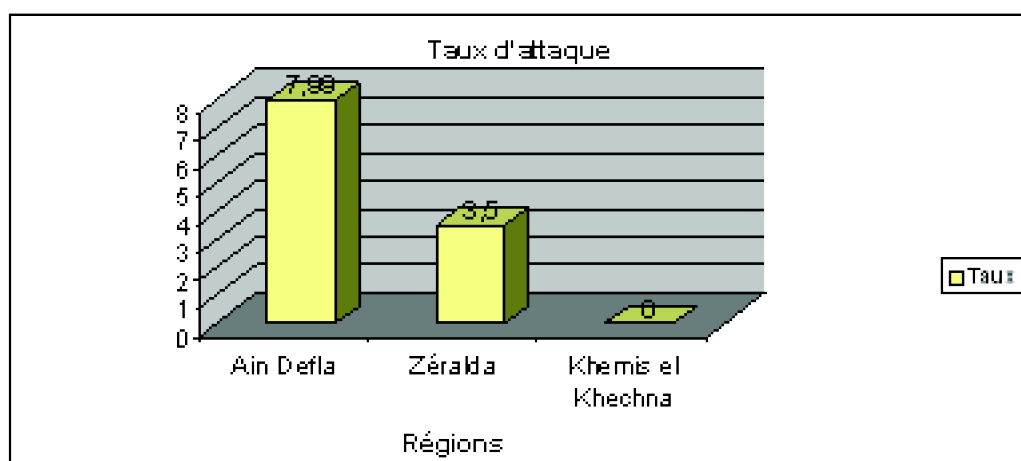


Figure 24 : Comparaison des pourcentages de tubercules atteints dans les trois régions sur culture de saison.

2-3- Cas de la culture d'arrière saison :

Pour cette catégorie de culture, seulement les stations de Ain Defla et Khemis el Khechna ont pu être suivies, en raison de la non disponibilité de celle de Zéralda.

2-3-1-Région de Ain Defla :

Parcelles	1	2	3	4	5	6	Total	Moy.	%
Caractéristiques									
Nombre de plants	20	20	20	20	20	20	120	20	-
Nombre de plants atteints	08	06	03	02	02	01	22	-	18,33
Nombre d'attaques feuillage	10	07	04	02	03	02	28	1,27	-
Production	100	100	100	100	100	100	600	05	
Nombre de tubercules atteints	00	00	00	00	00	00	00	-	00
Nombre total d'attaques sur tubercules	00	00	00	00	00	00	00	00	-

Tableau XXVII: Résultats des attaques de la teigne de la culture d'arrière saison – Ain Defla

La lecture du tableau XXVII révèle un pourcentage de plants atteints de l'ordre de 18,33% avec une moyenne d'attaque de 1,27. A la récolte par contre aucune infestation n'est notée.

L'évolution des dégâts sur plants de pomme de terre illustrée par la figure25 montre que les symptômes étaient précoces et coïncident avec l'apparition des premières feuilles. La figure26, montre des moyennes d'attaques en progression de septembre à octobre respectivement de 1 à 1,82 mais qui commencent à diminuer en novembre (période de tubérisation) pour atteindre 1,43.

Les conditions climatiques en plus du précédent cultural (pomme de terre) semblent être les principales raisons responsables du développement de l'insecte Cependant, le fait que

la récolte soit faite tardivement (en Janvier 2008) et les fortes gelées coïncidant avec la phase de tubérisation, les possibilités de contamination directes des tubercules par les chenilles étaient quasiment nulles d'où l'absence totale d'attaques à la récolte et même après 10 jours de conservation.

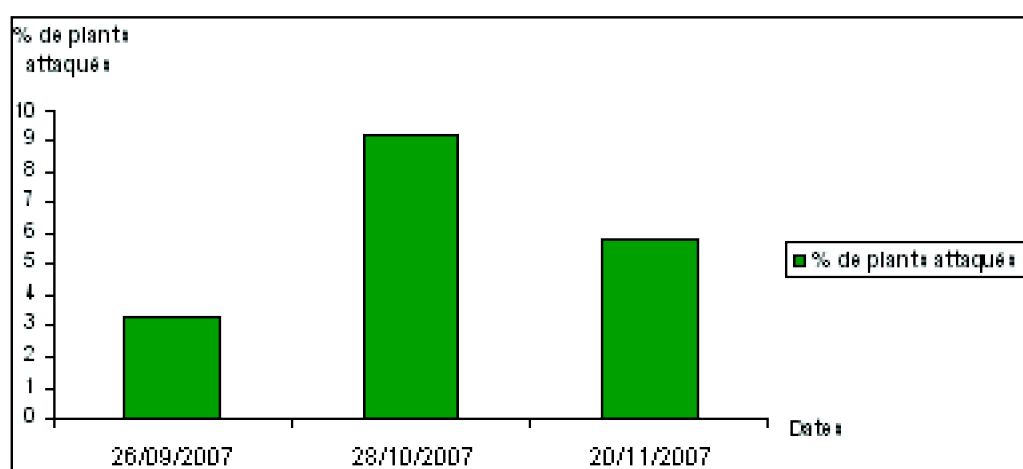


Figure25 : Evolution du pourcentage de plants attaqués sur culture d'arrière saison à Ain Defla.

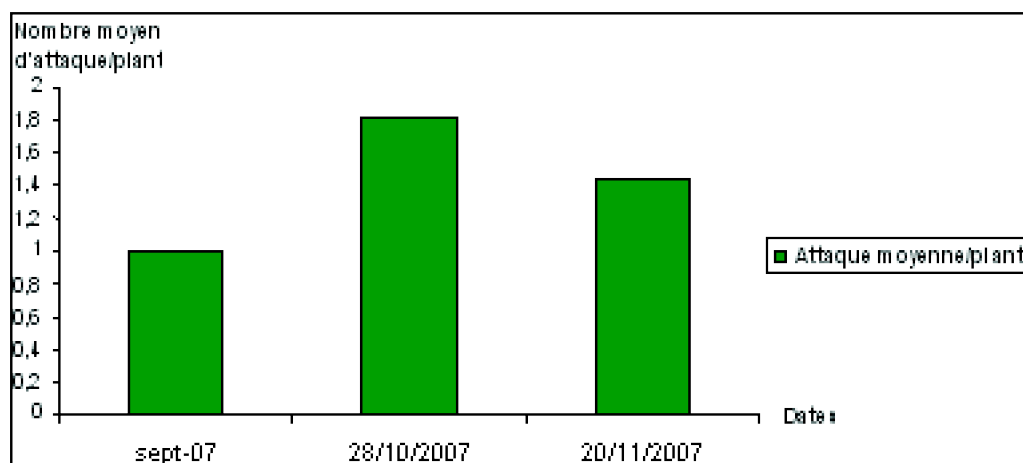


Figure 26 : Evolution du nombre moyen d'attaque sur feuilles sur culture d'arrière saison à Ain Defla.

2-3-2-Région de Khemis el Khechna :

Etude comparative du 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

Parcelles \ Caractéristique	1	2	3	4	5	6	Total	Moy	%
Nombre de plants	20	20	20	20	20	20	120	20	-
Nombre de plants attaqués	00	01	02	00	00	03	03	-	2,5
Nombre d'attaques feuillage	00	01	02	00	00	03	03	01	-
Production	100	100	100	100	100	100	600	5	-
Nombre de tubercules attaqués	00	00	00	00	00	00	-	-	-
Nombre total d'attaques Sur tubercules	00	00	00	00	00	00	-	-	-

Tableau XXVIII: Résultats des attaques de la teigne sur culture d'arrière saison - Khemis el Khechna.

Ce tableau révèle un pourcentage de plants attaqués de l'ordre de 2,5% avec une moyenne d'attaque de un et sur tubercules aucune attaque n'est enregistrée.

D'après la figure 27 portant sur l'évolution des plants attaqués, les symptômes n'apparaissent qu'au mois de novembre avec une moyenne d'une galerie par plant (fig. 28). Ce taux faible apparu tardivement ne nous a pas permis de suivre l'évolution de ces deux paramètres malgré de bonnes conditions climatiques. Cependant, le précédent cultural pour cette unité d'étude était une culture de cucurbitacée (melon) qui probablement a pu influencer le niveau de population en plus des façons culturales.

A la récolte, aucune attaque n'est enregistrée, ceci est dû essentiellement aux conditions climatiques défavorables en cette période (températures très basses et des précipitations importantes).

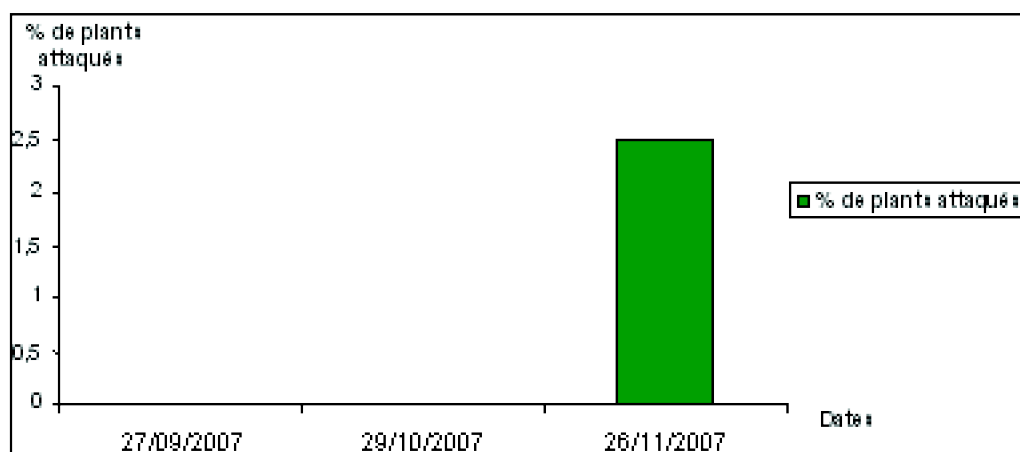


Figure27 : Evolution du pourcentage de plants attequés sur culture d'arrière saison à Khemis el Khechna.

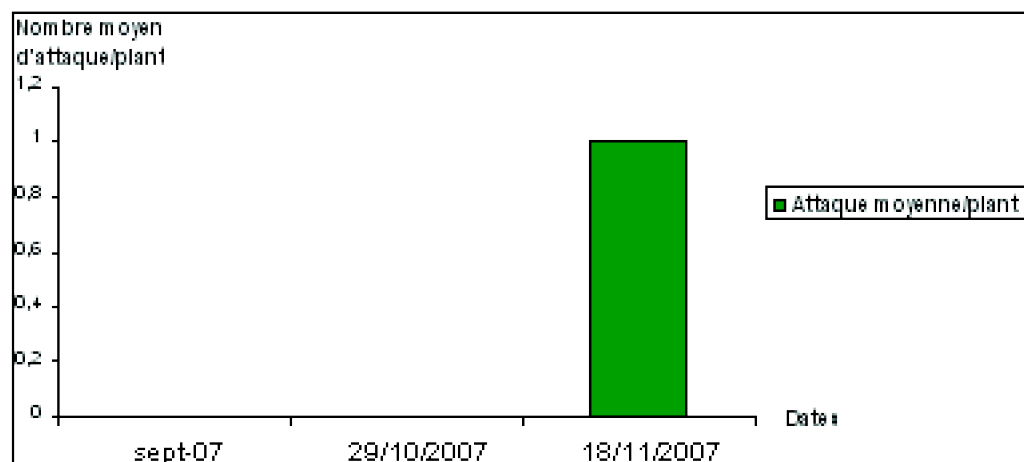


Figure28 : Evolution du nombre moyen d'attaque sur feuilles sur culture d'arrière saison à Khemis el Khechna.

2-4-Comparaison des dégâts sur la culture d'arrière saison dans les deux régions :

La figure29 montre que la région de Ain Defla présente un pourcentage d'attaque sur feuilles de 88%, et 12% pour la région de Khemis el Khechna

Par contre pour la culture d'arrière saison, aucune attaque n'est enregistrée à la récolte en plein champ pour les deux régions.

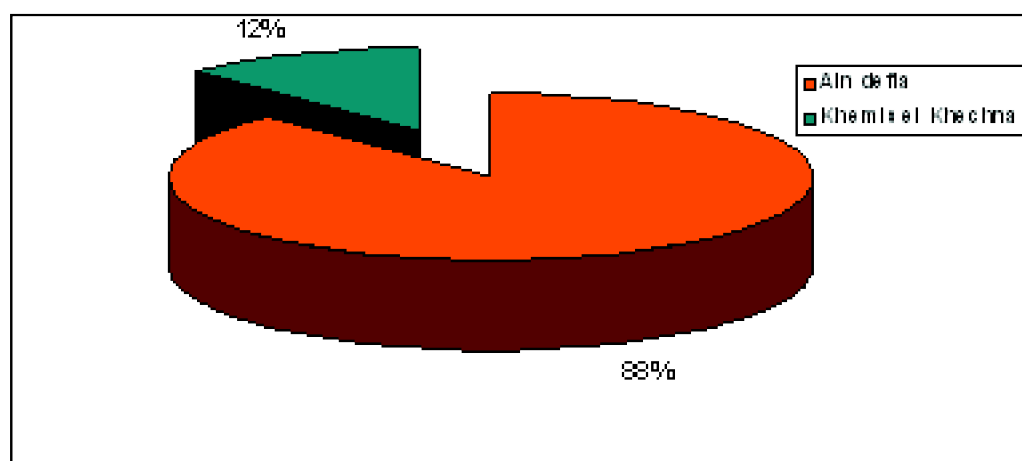


Figure29 : Comparaison des pourcentages d'attaques sur feuilles de culture d'arrière saison dans les deux régions.

Cette différence est due au climat caractérisant chaque région où les moyennes des températures sont plus élevées dans la région de Ain Defla alors qu'à Khemis El Khechna le climat est plutôt doux avec des températures plus clémentes.

Comme pour la culture de saison sur ces deux régions, nous assistons à la même situation concernant les précédents culturaux. Il est clair qu'à Ain Defla où le précédent cultural est une pomme de terre de saison, la teigne a pu se développer d'une façon plus favorable que dans la région de Khemis el Khechna.

L'absence d'attaques à la récolte sur le champ au niveau de la région de Ain Defla ne peut avoir d'explication que par les différents traitements insecticides effectués ainsi que l'effet des fortes gelées enregistrés en mois de novembre. Pour la région de Khemis el Khechna, ce phénomène peut être attribué à une coïncidence d'infestation par les œufs ou par les jeunes chenilles qui échappent à l'observation et qui ont fini par s'extérioriser quelques jours après. En effet, après stockage on a pu enregistrer un taux d'attaque élevé.

2-5-Comparaison des dégâts enregistrés sur tubercules en laboratoire :

A la récolte, des tubercules ont été ramenés au laboratoire, misent dans des étuves en bois et après une dizaine de jours on procède à la lecture des dégâts ; D'après les figures 30 et 31, la culture de saison présente des dégâts importants à Ain Defla avec un taux de 59%, suivi de Zéralda avec 39% et Khemis el Khechna avec un taux de 2%.

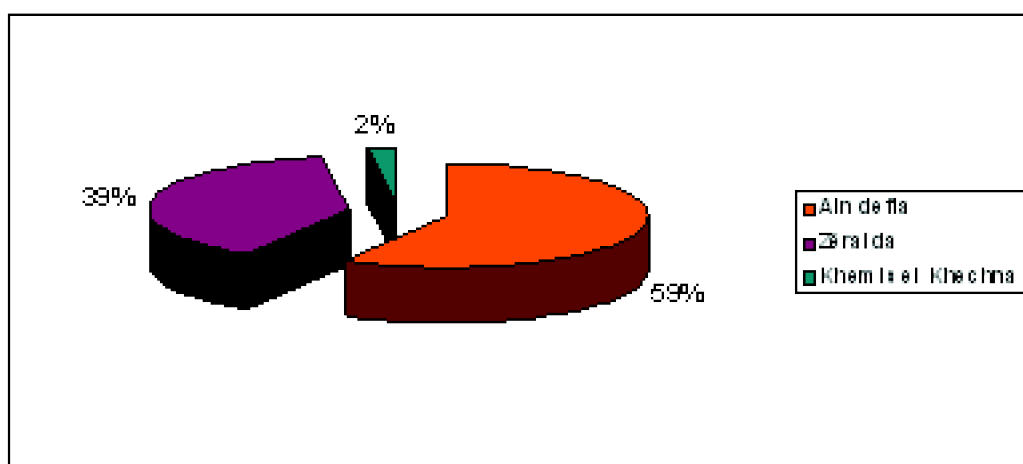


Figure30 : Comparaison des dégâts sur tubercules de saison en laboratoire dans les régions d'étude.

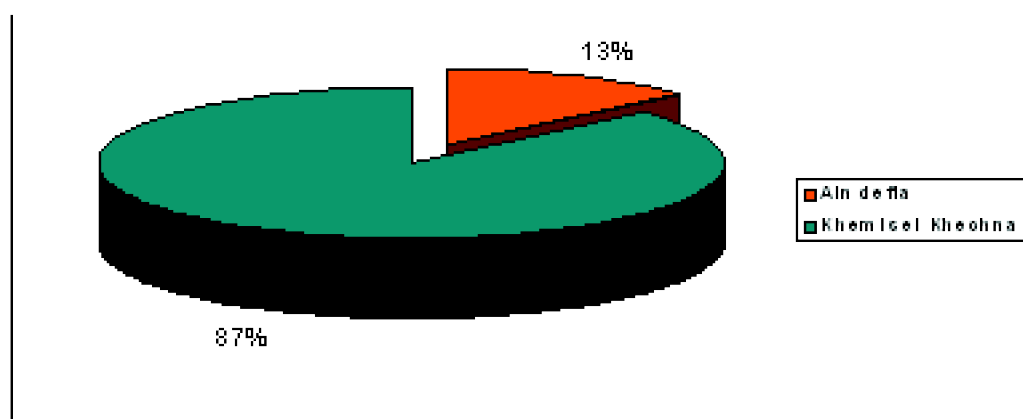


Figure31 : Comparaison des dégâts sur tubercules d'arrière saison en laboratoire dans les régions d'étude.

Pour la culture d'arrière saison, la région de Ain Defla est représentée par un taux faible de 10% par contre à Khemis el Khechna, il atteint 90%.

D'après ces résultats, la culture de saison enregistre un taux élevé de dégâts vu les conditions climatiques tels que la température, l'humidité. etc... sont favorables au développement de l'insecte et même que ces tubercules sont sains à la récolte mais sûrement ils portent des œufs à leurs surfaces, et puis au laboratoire à une température dépassant les 28°C la teigne s'est développée, en plus la femelle a pénétré dans le sol où elle a déposée ses œufs, cette différence d'infestation d'une région à une autre est du au taux de pullulation car plus ce dernier est important est plus l'oviposition est élevée.

Pour la culture d'arrière saison, on remarque que la région de Ain Defla ne présente pas de fortes attaques, car le niveau des populations de la teigne a été perturbé par les gelées et certainement les pulvérisations insecticides durant la phase végétative. A Khemis el Khechna, nous assistons à la situation inverse où ce sont les derniers individus appartenant à la dernière génération qui a pu profiter librement de la présence des tubercules

L'échantillonnage en diagonale dans le but de récolter des galeries supplémentaires pour plusieurs objectifs n'a finalement pas donné de résultats puisque aucun dégât n'a pu être enregistré. Ce type de procédé d'échantillonnage visait un complément de données relatives à l'ensemble de la parcelle ainsi que la présence éventuelle de galeries parasitées.

2-6-Comparaison des dégâts enregistrés sur le champ et en laboratoire pour les deux cultures :

Les figures32 et 33portant les taux de dégâts sur tubercules sur champ et en laboratoire pour les deux cultures de saison et d'arrière saison montrent que les pertes sont importantes en laboratoire donc au stockage. La culture de saison enregistre des taux plus élevés avoisinant les 93%, par contre pour l'arrière saison ils sont de l'ordre de 72%. Donc on remarque une différence significative des dégâts entre le champ et le stockage.

Ces dommages sont sous l'influence de plusieurs facteurs écologiques et techniques.

Concernant les facteurs écologiques sont surtout d'ordre climatique telle que la température, la pluviométrie, l'humidité et le vent qui sont des régulateurs de croissance des pullulations des individus de *Phthorimaea operculella*. Les facteurs techniques concernent surtout les moyens et qui visent :

- Le nettoyage des parcelles après récolte, des résidus des feuilles et surtout des tubercules qui représentent un foyer important pour la multiplication de l'insecte,
- Une irrigation régulière permettant une humidité importante au sol pour éviter les fissurations et
- Un bon buttage est nécessaire pour éviter le déterrement des tubercules que se soit causé par des facteurs extérieurs ou la plantation non profonde.

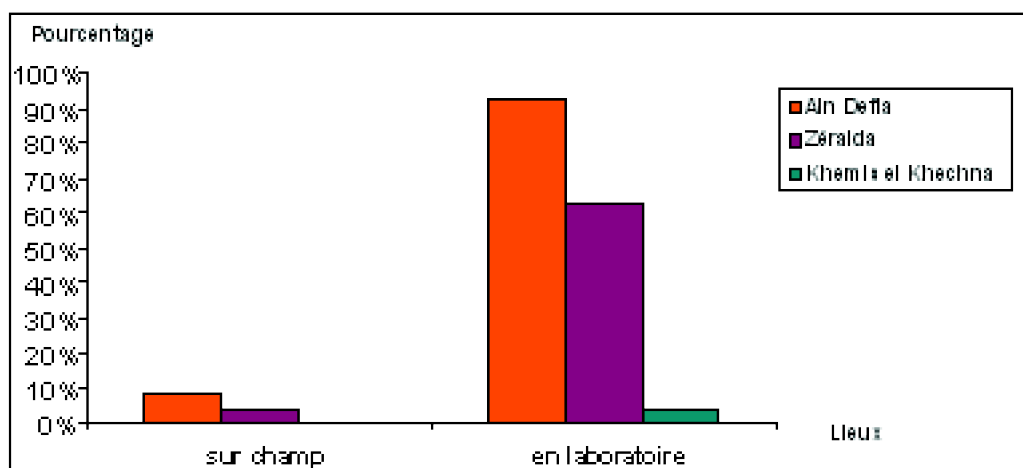


Figure32 : Comparaison des dégâts sur tubercules en plein champ et en laboratoire pour la culture de saison.

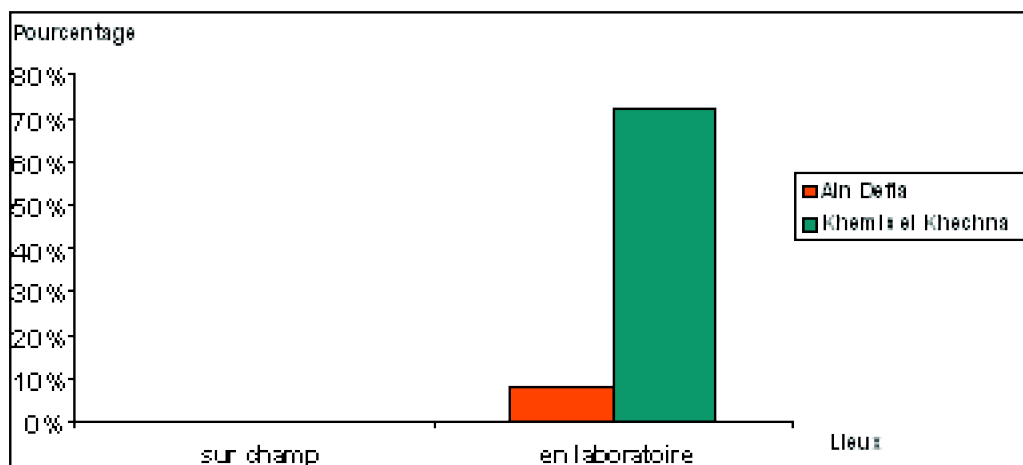


Figure33 : Comparaison des dégâts sur tubercules en plein champ et en laboratoire pour la culture d'arrière saison.

Conclusion

L'étude comparative que nous avons menée sur le développement de la teigne de pomme de terre, dans les régions de Ain Defla, Zéralda et Boumerdes, nous a permis d'établir les constatations suivantes :

Durant notre période d'étude, les premières attaques apparaissent en mois de mai, avant cette date les conditions étaient défavorables pour le développement de l'insecte.

L'insecte était présent dans les deux cultures de saison et d'arrière saison mais avec des densités de population très variées.

Une infestation plus ou moins généralisée du mildiou due aux conditions climatiques particulières et l'apparition des gelées qui ont porté préjudice aussi bien à la culture qu'à l'insecte notamment sur les cultures d'arrière saison à Ain Defla

Le suivi et le contrôle des infestations sur la partie aérienne se sont soldés par des taux d'attaque assez importants pour la région de Ain Defla. , de l'ordre de 53% pour la culture de saison et 88% en culture d'arrière saison et ceci par rapport aux régions de Zéralda et Khemis el Khechna.

Les dégâts sur la partie souterraine sont très variés selon les régions. Cependant en culture de saison, c'est toujours à Ain Defla que les plus forts taux ont été enregistrés (59%).

En culture d'arrière saison, nous avons relevé un taux de 90% pour Khemis el Khechna

et 10% seulement à Ain Defla.

En stockage, les dégâts sont différents pour les deux cultures où on enregistre un taux de 93% pour la culture de saison et 72% pour l'arrière saison.

La température et la pluviométrie influent sur le développement de l'insecte, entraînant le chevauchement de son cycle biologique.

Sur les sols sableux, on enregistre de fortes dégâts après stockage ceci est du à la pénétration des femelles en profondeur.

Les dégâts sur feuilles ne justifient pas systématiquement ceux à la récolte.

A travers cette étude, nous constatons que l'établissement d'un programme de lutte contre la teigne de pomme de terre dépend de plusieurs paramètres. Avant de proposer une méthode de lutte il faudrait tenir compte des différents facteurs relatifs aux fluctuations de *Phthorimaea operculella* Z entre autre les facteurs climatiques, la phénologie de la plante et le complexe parasitaire, à ceci s'ajoute la nécessité :

- D'une approche et de l'adhésion de tous les organismes de recherche tels que l'université, l'INRA, INPV, les instituts techniques de production de semences pour mieux suivre l'apparition de l'insecte.
- Un contrôle des semences importées en exigeant un certificat phytosanitaire aux douanes.
- De bien entretenir la culture, à savoir l'irrigation et les buttages.

En perspectives,

- Il serait intéressant de savoir jusqu'à quelle limite, le niveau d'infestation sur feuilles, aurait une incidence sur le niveau d'infestation sur tubercules.
- il serait intéressant d'élargir notre étude à la physiologie digestive de la teigne pour mieux connaître son mode d'alimentation, et aussi une lutte biologique reste la seule à envisager en procédant à des élevages de parasites et des lâchers qui renforceront l'activité des auxiliaires locaux existants en essayant de les préserver en choisissant les moments propices pour d'éventuels traitements chimiques.
- Il serait utile d'élaborer la courbe de vol des adultes de *Phthorimaea operculella* pour mieux contrôler la phase de reproduction en intervenant préventivement par confusion sexuelle.

Références bibliographiques

- Abbas S., 1989** – Contribution à l'étude bioécologique de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zel (Lep ; Gelechiidae) par l'utilisation du piégeage sexuel à Bordj el Bahri. Mem. Ing. Agro. INA El Harrach, 52p.
- Allaya M. ; Scatena C. ; Debabi I., 2005** - Annuaire des Economies Agricoles et Alimentaires des pays Méditerranéens et Arabes. CIHEAM, Montpellier (France), pp 243-244.
- Al Ali A.; Al Neamy I.; Abdul Rahmane S. et Abdul Masih E., 1977**- Investigation on the biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Z in IRAQ. Year book of plant protection, research, vol.1, pp: 9-26.
- 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.Sci.; Cambridge; n°121, pp : 187-192.
- Alvarez J.M., Dotseth E. et Nolte P., 2005** – Potato Tuberworm : Athreat for Idaho Potatoes. Educ. Public., University of Idaho, 4p.
- Anonyme, 1979**-La pomme de terre, maladies et nématode.66 p.
- Anonyme, 1994** -Culture de la pomme de terre, Guide pratique. Ed. Inst. Tech. Des Cult. Maraî. Et Indus. (ITCMI), Alger, 20p.
- Anonyme, 1997** -Consensus document on the biology of *Solanum tuberosum* sub sp. *Tuberosum* (Potato). Series on harmonization of Regulatory oversight in Biotechnology,

n°8, OECD, Paris, 38p.

Anonyme, 1998 -Le développement de la pomme de terre en Algérie. ITCMI, 6p.

Anonyme, 1999 - Bilan d'exercices 1997-1998, Appui à la production. 25p.

Anonyme, 2004a -Les maladies fongiques de la pomme de terre. Guide des produits légumes, Ed. Syngenta (Belgique), 30p.

Anonyme, 2004b-Tomate et concombre de France, Guide amélioration des plantes maraîchères. Ed. INRA (Paris), France, 47p.

Anonyme, 2007a - Production mondiale de pomme de terre : 1999-2005. Bull. de l'Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture, 2p.

Anonyme, 2007b - Statistiques agricoles, bilan des productions agricoles de 2000 à 2006. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, service A, MADR, 30p.

Anonyme, 2007c - Bilan maraîchers, campagne 2006-2007. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2p.

Anonyme, 2007d - Données météorologiques. Station météorologique de Dar el Beida.

Anonyme, 2007e – Données météorologiques. Service climatologie, ITCMI Staoueli, 8p.

Azouz M., 1993 -La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Z, description, cycle biologique et lutte intégrée. 17^{ème} stage sur les plants de pomme de terre, Pays-Bas ; 25p.

Balachowsky A.S., 1936 -Les insectes nuisibles aux plantes cultivées; leurs moeurs, leurs destructions. Ed. Masson et Cie, Paris, T2, pp1305-1311.

Balachowsky A.S., 1966 -Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson, T2, vol1, pp350-371.

Barksdale TH., Good JM., Danielson L.L., 1972 -Tomato diseases. CANADA, Dept. Agri. Public., 1479p.

Baumgartner A., 2000 -La percée de la pomme de terre. Tabula n°4, pp16-19.

Bedin P. et Malet M., 1989-La fertilisation de la pomme de terre. In. La pomme de terre Française, n°451, pp59-62.

Bensallah H. et Aalbu R., 1992 -Field use of granulosis virus to reduce initial infestation of the potato tuber moth *Ph. operculella* Z in North Africa. Agri. Ecosyst. And Environm.; n°38, pp119-126.

Bensallah 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 thuringiensis* dans la lutte intégrée contre *P. operculella* Z (Lep. : Gelechiidae). Ann. INRAT. ; n°67, 20P.

Blancard D., 1988 -Maladies de la tomate : observer, identifier, lutter. INRA-PHM Rev. Hort. Ed., 211p.

Bodlaender K.B.A., 1963 -Influence of temperature, radiation and photoperiod in development and yield. Ed. Butterworth, London, pp199-210.

Budeta P., 1950 -Une mineuse ennemis du tabac *Ph. operculella* Z ou teigne de la pomme de terre in tabacco. n°614 ; 14p.

-
- Burton W.G., 1989** -The potato. 3^{eme} Edi. Longman Scientific and Technical, New York, p742.
- Chagnon D. D., Gelinas M.D., Lavalee L. et Coll, 2000** -Manuel de nutrition clinique. Ordre professionnel des diététistes du Québec.
- Chebil M., 1983** -Contribution à l'étude écologique de la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* Z (*Lep. : Gelechiidae*). Mem.3^{eme} cycle, INA de Tunis, 57p.
- Chelha N., 2000** – Essai sur l'évaluation de la résistance de quelques variétés de pomme de terre vis-à-vis de *Phthorimaea operculella* Zeller (*Lepidoptera : Gelechiidae*). Mem. Ing. Agro. INA El Harrach, 79p.
- Chibane A., 1999** - Techniques de production de la pomme de terre au Maroc. Bull. Mens. De liaison et d'information du PNTTA ; MADRPM/DERD n°52, Janvier 1999, inst. Agro. Hassan II ; Rabat- Maroc, 8p.
- Clarys L., 2005** - La pomme de terre de contre saison dans le Sud Est Malgache. Inter aide, Programme Agricole MANAKARA, 3p.
- Cohic F., 1952**- Rapport d'une Mission aux Etablissements Français de l'océanie, III, Enquête sur les parasites animaux des cultures. Centre ORSTQM, Nouméa, 68 pp
- Crosnier J.C., 1987** -Pomme de terre : importance économique, plante, techniques culturales. Tech. Agri., n°, pp2080-2081.
- Crowley C.F. ; Perley A.F. ; Pelletier G.J. et Jones P.S., 1983** -Flétrissement bactérien de la pomme de terre. 9p.
- Dajoz R., 1985** –Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 505p.
- Das G.P., Magallona E.D., Raman K.V. et Adalla C.B., 1992** – Effects of different components of IPM in the management of the potato tuber moth, in storage. Agr.Ecosyst.Environ.41, 321-325.
- Delmas R., (S.D.)** -Maladies de la pomme de terre. Revue des fruits et primeurs de l'Afrique du Nord, 69, pp1-6.
- Desaulniers M., Dubost M., 2003** -Table de composition des aliments. Vol.1, Depat. De nutrition, univer. de Montréal, CANADA.
- Dominguez J. I.; Lianderal C. C. et Nieto H. R., 2000** -Pristomerus spinator Fabricius (*Hymenoptera: Ichneumonidae*), a parasite of the potato tuber moth . Agrociencia vol. 34, n°5, pp 611-617.
- Duvauchelle S. et Dubois L., 1998** -Evolution sanitaire des cultures de pomme de terre en1997. Phytoma ; la défense des végétaux n°502 Février 1998, pp24-27.
- Duvauchelle S. et Dubois L., 1999** -Evolution des pucerons en cultures de pomme de terre. Phytoma, la défense des végétaux n°512 Janvier 1999, pp31-33.
- Duvauchelle S. et Dubois L., 2000** -Evolution sanitaire des cultures de pomme de terre en 1999. Phytoma ; la défense des végétaux n°524 Fevrier2000, pp24-27.
- Eleanor N.W., Corinne B.C., Sharon R.R., 2002** -Understanding normal and, clinical nutrition. 6th Edi. Etats-Unis.
- Elmore J.C. et Howland A.F., 1943** -Life history and control of the tomato pinworm. Ministère de l'Agriculture des Etats Unis, Bull. Tech., 841 p.
- Ellisseche D., Bozec M. et Pelle R., 1992** -Utilisation de plantes monotiges pour
-

l'étude des facteurs influençant le nombre de tubercules chez la pomme de terre. Rev. Potato Res., Vol.35, p76.

El Sinary N. H., 2006 - Evaluation of the insecticidal effect of pumpkin *cucurbita pepo* against potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) combined with gamma irradiation. National Center for Radiation Research and Technology (NCRRT), Cairo, Egypt; American-Eurasian Journal of Scientific Research 1(1): pp18-22.

Faghihi J. et Ferris H., 2004 -Soybean Cyst nematode. Field Crops, Depart. Of Entomology (USA), p1-4.

Fauquet C. et Thowven J.C., 1984 -Transmission par insectes des maladies virales de plantes en Afrique tropical. Bull. de la société entomologique de France. Tome89, 150eme anniversaire, pp741-746.

Ferhaoui S., 1993 -Contribution à l'étude de la bio écologie du nématode à kyste des céréales *Heterodera avenae* (Nematoda: Heteroderidae), dans la région de Djendel - Essai de comportement variétal. Mem. Ing. INA El Harrach, 123p.

Ferro D.N. et Boiteau G., 1993 -Managements of insects pests, pp108-109 in (Ed. ROW R.C. potato health management, 178p.

Hafez M., Zaki F. N., Moursy A. et Sabbour M., 1994 - Biological effects of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella*(Zeller). Journal of Islamic Academy of Sciences 7:4 Cairo, Egypt, pp211-214.

Hamilton J.T. et Macdonald J.A., 1990 – Control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) in stored seed potatoes. GenAppl.Entomol.22, 3-6.

Hanafi A., 1998 -Integrated pest management of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Z, in potato fields and in storage in the Souss Valley of Morocco. pp452-459.

Henderson J., Jensen A., Deban S., David N., Martin M., et Batchelor D., 1999 – Tuber moth survey. April 1999, Potato Progress n°=5, 6p.

Humans R.G., Forbes G.A. et Walker T.S., 1998 -Estimating the global severity of potato late blight. CIP Program Report, Lima (Peru, Quito (Ecuador), pp83-90.

Horton D., 1987 - Underground Crops, long term trends in production of roots and tubers. Winrock International Institute for Agricultural Development; USA, 23p.

Hulle M., Turpeau -Ait Ighil E., Robert Y. et Monnet Y., 1999 -Les pucerons des plantes maraîchères, cycle biologique et activité de vol. ACTA-INRA, 136p.

Ingham R., David N. et Zink R., 2004 -Pomme de terre. Reports from San Luis vally Research Center, vol.10, n°1, 8p.

Khamassy N. et Bensallah H., 1996 -Evaluation agronomique et entomologique de clones transgéniques de la pomme de terre résistants à la teigne *Ph. Operculella*. Abstract, 13th triennial conference on the European association for potato research, Nether lands; pp625-626.

Kroschel J., Fritsch E. et Koch W., 1996 – Studies on the use of chemicals, botanicals and *Bacillus thuringiensis* in the management of the potato tuber moth in potato stores. Crop protection, 15, pp.197-203.

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*. International Potato Center (CIP), Lima, Peru; PTM Symposium at the 6th world potato congress, August 21, 2006, Boise, Idaho, USA.
- Lacey L. A. et Neven L. G., 2006** - The potential of the fungus, *Muscodor albus*, as a microbial control agent of potato tuber moth (*Lepidoptera: Gelechiidae*) in stored potatoes. Journal of invertebrate Pathology, Wapato, USA, pp 195- 198.
- Lacroix M., 2004** - Bien connaître les coupables des maladies bactériennes sur la tomate, le piment et les crucifères. MAPA (Qebec), p1-4.
- Lagnaoui A. ; Bensallah H. ; Souibgui M., 1994** - Transmission du virus de la granulose de la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Zeller (*Lep. : Gelechiidae*) par l'eau d'irrigation. INRAT, pp68-6686.
- Lambion J., Taulet A., Traentle M., 2006** - Protection phytosanitaire en culture de pomme de terre, lutte contre les ravageurs. ITAB, Paris, 4p.
- Langeslag M.M., Ugniery D. et Fayet G., 1982** - Développement embryonnaire de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* en fonction de la température, en conditions contrôlées et naturelles. Rev. Nematol. Vol.4, n°1, pp103-109.
- Laumonier R., 1979** - Cultures légumières et maraîchères. Ed. Baillière, tome3, pp92-105.
- Leraut P., 1990** - Les insectes dans leur milieu. Ed. Bordas, France, 225p.
- Lounis D., 1992** - Etude préliminaire de la bio écologie du nématode des céréales *Heterodera avenae* dans la région de Ain Defla. Th. Ing. Agro. INESA, Chlef, 51p.
- Mallamaire, 1965** - Les acariens nuisibles aux cultures au Sénégal et en Mauritanie. Congrès de la protection des végétaux Ed. CCI, Marseille, France, 6p.
- Menia L., 1992** - Etude de quelques paramètres du potentiel biotique de la teigne de la pomme de terre, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (*Lep. : Gelechiidae*). Mem. Ing. Agro. INA El Harrach, 41p.
- Messlaen C.M., Blancard D., Rouxel F., Lafon R., 1991** - Les maladies des plantes maraîchères. Ed. INRA, Paris, 552p.
- Millaire H.G. ; Come D. ; Marcellin P. ; Perrin M.C. et Mainie PH., 1990** - Protection des cultures : Conservation et commercialisation des produits horticoles. pp887-913.
- Nechadi S., Benddine F., Moumen A. et Kheddami M., 2002** « Etats des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie » Bull. OEPP/ EPPO Bull.32, pp21-24.
- Nieto H.R., Ima D.j. et Celina L.C., 2000** - *Pristomerus spinator* Fabricius (*Hymenoptera : Ichneumonidae*), a parasite of the potato tuber moth. Pub.como, NOTA en Agrociencia34, pp.611-617.
- Picard F., 1913** - La teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* Z. Ann. Des Epiphyties, n°1 ; pp106-174.
- Piguet P., 1960** « *Les ennemis animaux des agrumes en Afrique du nord* ». Ed. soc. Shell, Algérie, 117p.
- Radtke W. et Rieckmann W., 1991** - Maladies et ravageurs de la pomme de terre. Ed. TH. MANN. Gelsenkirchen-buer, 168p.

- Raman K.V. et Palacios M., 1982** -Screening potato for résistance to potato tuberworm. Jour. Econo. Entom.; Vol.n°75; pp 47-49.
- Raman K.V., 1987** -La teigne de la pomme de terre. Bull. d'information tech. n°6, CIP, pp 17-22.
- Reddy D., 1983** – Field diagnosis of groundnut diseases. ICRISAT, 79p.
- Robinson M.P., Atkinson H.J. et Perry R.N., 1987** -The influence of temperature on the hatching activity and lipid utilization of second stage juveniles of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. Revue Nematol. 10(3), pp 349-354.
- Robuchon J., 1994** -Le meilleur et le plus simple de la pomme de terre. Ed. Robert Laffont, 250p.
- Rondon S.I., Deban 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.594, pp.1-8.
- Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J.C., 1996** -La pomme de terre. INRA, Paris (France), 607p.
- Rowe R.C., 1982** -Tomato diseases: the silent enemy.I [Verticillium, Fusarium, Alternaria, Phytophthora, Septoria]. Am.Veg. Grower Greenhouse Grower, 30(8): pp12.14.16.
- 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.
- Siafa A., 1980**- Recherche de l'efficacité de quelques insecticides en vue de lutter contre la teigne de la pomme de terre : *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera : Gelechiidae). Mem. Ing. Agro., INA, 77p.
- 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.
- Soltner D., 1990** -Les grandes productions végétales. 17^{eme} Ed. Collection sciences et techniques agricoles, 464p.
- Sporleder M., Zeggara O., Rodreguez E. M. et Kroschel J., 2007** -Effects of temperature on the activity and kinetics of the granulovirus infecting the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). International Potato Center (CIP), Agro ecology, Apartado, Lima12, Peru; Biological control44, pp286-295.
- Sylvie R. et Voldeng H., 1999** -Des plantes transgéniques résistantes aux maladies : mythe ou réalité. Colloque sur les plantes transgéniques, (CEROM), Québec, n°99, vol., 9p.
- Tayar M., 1990** – Essai de lutte contre la teigne de pomme de terre *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep. : Gelechiidae) par l'utilisation de moyens agro techniques et

chimiques. Mem Ing. Agro. INA El Harrach, 33p.

Villeneuve F., 1999 -Légumes de plein champ. Protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement, CTIFL, 191p.

Von Arx R. ; Gouider J. ; Cheikh M. ; Bentemime A., 1987 -Integrated control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella* Z) in Tunisia. Inst. Scien. Applic.; n°08; pp989-994.

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

Watterson J.C., 1985 -Tomato diseases; a practical guide for seeds men, growers and agricultural advisors. Ed. petoseed company, pp1-10.

Zeddami J.L., Vasquez Soberon R.M., Vargas Ramos Z. et Lagnaoui A., 2003 – Produccion viral y tasas de aplicacion del granulovirus usado para el control biologico de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora* (Lepidoptera : Gelechiidae).Bol. Sanidad Vegetal Plagas.29, 659-667.