

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET BIOLOGIQUES**

**Effet comparé d'un jus de lombricompost fermenté sur vesce
avoine et d'une huile essentielle du thym sur la culture de tomate
sous serre variété Marmande contre *Tuta absoluta***

Projet de fin d'étude en vue de
l'obtention du diplôme de master académique en sciences de la
nature et de la vie

Option : phytopharmacie appliquée

Présenté par : BENTAFAT Amel

Devant le jury composé de :

Mme BERRAI H.	M.A.B.	U.S.D.B.	Présidente
Mr. AROUN M.E.F.	M.A.A.	U.S.D.B.	Promoteur
Mr. DJAZOULI Z.E.	M.C.B.	U.S.D.B.	Co-Promoteur
Melle TCHAKER F.Z.	M.A.B.	U.S.D.B.	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2012/2013

Remerciements

Avant tout, je remercie **Dieu** de m'avoir donné la force et le courage nécessaires pour réaliser ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude, mes sincères remerciements, ma reconnaissance et mes respects à mon promoteur **Monsieur AROUN M.F** de m'avoir dirigée, orientée et aidée par ses précieux conseils tout au long de ce travail, et cela sans oublier ses qualités humaines, sa rigueur, sa patience, ainsi que sa disponibilité permanente.

Mes vifs remerciements et mes respects vont également au Docteur **DJAZOULI Z.E** qui m'a été d'un concours aussi appréciable que précieux.

Je remercie aussi les membres du jury d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail par leurs remarques. Pour cela, je leur exprime ma profonde reconnaissance et mes sentiments les plus respectueux.

Mes remerciements les plus vifs également à tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation, sans omettre les personnels du département d'agronomie de Blida.

A Madame Amina, technicienne au laboratoire de zoologie, j'adresse ma reconnaissance pour sa gentillesse, son aide et sa disponibilité.

Enfin, ce travail n'aurait pu être mené à bonne fin sans l'aide précieuse de ma famille, de mes camarades de promotion, tous mes amis de près ou de loin, mais aussi tout le personnel administratif du département d'agronomie, de l'Université de Blida que je remercie très fort.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes **très chers parents** pour leurs immenses sacrifices, et leur affection illimitée. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude .*

*A mes **grands-parents** qui m'ont toujours aimés et comblés par leurs bénédictions, que dieu les garde pour moi.*

*A mon très cher frère **Amine** et sa femme **Narimen**.*

*A mes très chères sœurs adorables **Meriem et Amina**.*

A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines.

*A toute la famille **BENTAFAT**.*

*A mon promoteur : **Mr AROUN M.F***

*A mon co-promoteur : **Dr DJAZOULI Z. E.***

*A tous mes ami(e)s en particulier : **Nadjlaa , Asmaa ,Jihad , Fatna , Chafika ,Zahra ,Soued , Razika ,Hafida ,Ibtissem ,Chahra, Khadidja ,Halima ,Mofida , Zola ,Imane ,Soumia , Zaki et Farid....***

A l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Merci à tous

AMEL

**Effet comparé d'un jus de lombricompost fermenté sur vesce
avoine et d'une huile essentielle du thym sur la culture de tomate
sous serre variété Marmande contre *Tuta absoluta***

RESUME

Cette étude a pour objectifs d'évaluer :

- d'une part, l'effet bio fertilisant foliaire d'un traitement au jus de lombricompost fermenté sur substrat solide vesce avoine par pulvérisation foliaire sur les paramètres de production de la tomate. La synthèse de cette première partie démontre que ce dernier stimule la croissance, les bouquets floraux et la fructification,
- d'autre part, l'effet bio insecticide du jus de lombricompost fermenté sur substrat solide vesce avoine, de l'huile essentielle du thym et leur synergie sur les infestations larvaires de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*.
La synthèse de cette partie fait ressortir que le jus de lombricompost et huile essentielle sont plus efficaces que le mélange.

Mots clés :

tomate, jus de lombricompost, substrat solide, huile essentielle, synergie, *Tuta absoluta* .

**Comparative effect of a fermented juice of vermicompost on
vetch oat and essential oil of thyme growing glasshouse tomato
variety Marmande against *Tuta absoluta***

ABSTRACT

This study aims to assess:

- First, the organic foliar fertilizer effect of treatment with vermicompost juice fermented on solid substrate vetch oat foliar spray settings tomato production. The synthesis of the first part shows that it stimulates growth, floral bouquets and fruit,
- Secondly, the organic insecticide effect of vermicompost juice fermented on solid substrate vetch oats, essential oil of thyme and synergy on larval infestations of tomato leaf miner, *Tuta absoluta*. The synthesis of this section highlights the vermicompost juice and essential oil are more effective than the mixture.

Keywords:

Tomato, juice of vermicompost, solid substrate, essential oil, synergy, *Tuta absoluta*.

تأثير النسبية لعصير لمبريكمبوست المخمر على البيقية الشوفان و الزيت الأساسي لزعتري على الطماطم البيوت البلاستيكية نوعية مارماند ضد توتة ابلتوتة

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم ما يلي:

- أولاً تأثير كل من الأسمدة العضوية الورقية في المعاملة لعصير لمبريكمبوست المخمر في صلب الركيزة البيقية الشوفان عن طريق الرش الورقي على إعدادات إنتاج الطماطم يبين الجزء الأول من الدراسة أنه يحفز النمو، باقات الزهور والفاكهة.
- ثانياً تأثير المبيدات الحشرية العضوية لعصير لمبريكمبوست المخمر في صلب الركيزة البيقية الشوفان ، الزيت الأساسي لزعترو وخليطهما على يرقات نافقة أوراق الطماطم توتة ابلوتة ، و تبين من هذا الجزء أن عصير لمبريكمبوست و الزيت الاساسية لزعترو أكثر فعالية من الخليط.

كلمات الدالة:

الطماطم, عصير لمبريكمبوست , الركيزة الصلبة, الزيت الأساسية, الخليط, توتة ابلوتة.

SOMMAIRE

Introduction générale

1

Partie bibliographique

Chapitre I	Généralités sur la culture de tomate	
1.	Historique et origine.....	3
2.	Classification botanique.....	4
3.	Importance économique.....	4
4.	Intérêt alimentaire.....	6
5.	Particularités morphologiques.....	6
6.	Cycle de développement.....	7
7.	Maladies et ravageurs	8
Chapitre II	Présentation de la mineuse de la tomate	
1.	Origine et répartition géographique.....	9
2.	Classification.....	10
3.	Morphologie.....	11
4.	Biologie.....	12
5.	Plantes hôtes.....	13
6.	Moyens de dissémination.....	15
7.	Dégâts.....	15
8.	Moyens de lutte.....	17
Chapitre III	Les fertilisants	
	Introduction.....	18
1.	La nutrition minérale des plantes.....	19
2.	Biofertilisant liquide.....	21
Chapitre IV	Les huiles essentielles du thym	
	Introduction.....	25
1.	Les huiles essentielles	26
2.	Le thym	27
Partie expérimentale		
Chapitre I	Matériels et méthodes	
	Objectifs	30
1.	Milieu d'étude.....	30
2.	Matériels d'étude.....	31
3.	Méthode d'étude.....	32
4.	Exploitation des résultats.....	39
5.	Analyse statistique.....	40
Chapitre II	Résultats	
1.	Effet de traitement sur les paramètres morphologiques de la tomate....	42
2.	Effet comparé des différents traitements sur les infestations de la mineuse de la tomate.....	47
Chapitre III	Discussion	53
Chapitre IV	Conclusion générale	58
Références bibliographiques		60

LISTE DES FIGURES

Fig.01.	Diffusion de la tomate dans le monde.....	2
Fig.02.	Production mondiale de la tomate.....	3
Fig.03.	Position de la production de la tomate en Algérie.....	3
Fig.04.	La morphologie de la tomate.....	4
Fig.05.	Mouche mineuse (<i>Liriomyza bryoniae</i>) et la mineuse de la tomate (<i>Tuta absoluta</i>).....	6
Fig.06.	Années et zones d'apparition de <i>Tuta absoluta</i> dans les pays du bassin méditerranéen et en Europe.....	7
Fig.07.	Années et zones d'apparition de <i>Tuta absoluta</i> en Algérie	8
Fig.08.	Œuf de <i>Tuta absoluta</i>	9
Fig.09.	Nymphes face ventrale et dorsale	10
Fig.10.	Adulte de <i>tuta absoluta</i>	10
Fig.11.	Cycle de vie de <i>Tuta absoluta</i> Meyrick, 1917.....	11
Fig.12.	Les plantes hôtes du <i>T. absoluta</i>	12
Fig.13.	Dégâts <i>Tuta absoluta</i> sur feuilles de tomate.....	13
Fig.14.	Dégâts <i>Tuta absoluta</i> sur tiges de tomate.....	14
Fig.15.	Dégâts <i>Tuta absoluta</i> sur fruits de tomate.....	14
Fig.16.	Aspects morphologiques de <i>Thymus vulgaris</i> L.....	24
Fig.17.	Site du travail expérimental.....	28
Fig.18.	Abri-serre tunnel.....	29
Fig.19.	Obtention des plantules de tomate.....	30
Fig.20.	Dispositif expérimental.....	32
Fig.21.	Jus de lombricompost fermenté sur vesce-avoine.....	32
Fig.22.	Huile essentielle du thym.....	33
Fig.23.	Jus de lombricompost fermenté après dilution.....	33
Fig.24.	Huile essentielle du thym après dilution.....	34
Fig.25.	Le mélange de jus de lombricompost et huile essentielle après dilution.....	34
Fig.26.	Schéma récapitulatif du suivi de l'effet fertilisant du jus de lombricompost fermenté.....	35
Fig.27.	Piège type delta +capsule à phéromone sexuel de <i>T. absoluta</i> ...	36
Fig.28.	Effet comparé du jus de lombricompost fermenté, huile essentielle du thym et leur synergie.....	36
Fig.29.	Facteurs de production et état phytosanitaire des plants de tomate.....	38
Fig.30.	Evolution temporelle des paramètres de production de la tomate sur la longueur, sur les bouquets floraux et sur les fruits sous l'effet du traitement.....	41

Fig.31.	Evaluation de l'effet de traitement sur les paramètres de production de la tomate	43
Fig.32.	Etude comparée des traitements sur les paramètres de production de la tomate	46
Fig.33.	Evolution temporelle des infestations et des larves de <i>T. absoluta</i> sous l'effet des différents traitements.....	48
Fig.34.	Evaluation de l'effet des traitements sur les infestations foliaires et les larves de <i>Tuta absoluta</i>	50
Fig.35.	Etude comparée des traitements sur les feuilles infestées et les larves de <i>T.absoluta</i>	52
Fig.36.	Schéma récapitulatif de toute l'étude.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1.	Durée de développement (en jours) de <i>Tuta absoluta</i> de l'œuf à l'émergence de l'adulte.....	11
Tableau n°2.	Eléments essentiels aux plantes supérieures et concentrations internes considérées comme optimales pour une croissance normale.....	17
Tableau n°3.	Composition de l'huile essentielle de quelques espèces du thym dans certains pays.....	27
Tableau n°4.	Calendrier et suivi de traitement.....	37

Liste des abréviations

L	Larve.
ACP	Analyse en composantes principales.
GLM	Modèle linéaire global.
Fig	Figure.
TRTFOL	Traitement foliaire.
TM	Témoin.
LONG	Longueur.
B.F	Bouquets floraux
J.L.FER	Jus de lombricompost fermenté.
HE	Huile essentielle.
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
OEPP	Office Européen de la Protection des Plantes

Introduction générale

L'agriculture est une des activités humaines les plus fondamentales puisque sa fonction est de nourrir, chaque jour, toutes les personnes vivantes sur la terre. Même si près de la moitié de la population de la planète est urbaine, l'agriculture demeure l'activité principale d'une large part de l'humanité. Ainsi, près de 2,6 milliards de personnes dépendent aujourd'hui de l'agriculture, de la pêche, de la forêt ou de la chasse (Mughal, 1992).

Face aux besoins nutritionnels sans cesse croissants de la population, les producteurs ont été contraints de développer des mécanismes et des procédés qui leur ont permis d'augmenter la production et d'améliorer la productivité de leurs cultures. C'est ainsi qu'ils ont eu recours à différents types de production, notamment l'agriculture intensive. Cette pratique permet de nourrir une population mondiale de plus en plus nombreuse, mais elle a pour conséquence directe de mettre en péril la biodiversité et la santé publique (Ikerd, 1990).

Pour pallier à ces problèmes, l'agriculture s'est orientée vers des pratiques plus respectueuses de l'homme et des équilibres fondamentaux. Dans ce contexte, la production biologique se veut comme un système global de gestion agricole et de production alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, et une méthode de production respectant la préférence des consommateurs à l'égard des produits obtenus grâce à des substances et des produits naturels (Costa, 1990 ; Anonyme, 2006).

Parmi les méthodes de lutte biologique, les molécules bioactives (biopesticides et biofertilisants) occupent une place de choix. Elles sont généralement compatibles avec les méthodes de lutttes biologiques classiques (ex. lâchers de prédateurs ou de parasites) (Fravel *et al*, 1999 ; Bonnemain et Chollet 2003).

C'est dans cette perspective que s'articule l'étude de notre thème qui consiste à étudier l'effet biocide d'un lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine, et d'une huile essentielle complète de thym .L'étude se propose de vérifier, également,

l'existence d'un effet synergique entre les deux substances par pulvérisation foliaire sur les infestations larvaires de la mineuse de la tomate, ainsi que l'impact sur les facteurs de production de la culture d'un amendement foliaire de lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine .

Dans la première partie de notre travail, nous développerons une étude bibliographique sur la tomate et son ravageur, la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, ainsi que la présentation des différentes substances biologiques fertilisantes et biocides.

La deuxième partie sera consacrée aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail, aux résultats obtenus et à leur interprétation et, enfin, à une conclusion générale.

CHAPITRE I : Généralités sur la culture de tomate

« *Lycopersicum esculentum* Mill »

La tomate cultivée « *Lycopersicum esculentum* » appartient à la famille des Solanacées. C'est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes. (Philouze et Laterrot in Gallais et Bannerot ,1992).

C'est une plante annuelle, buissonnante. En culture tuteurée, on la laisse végéter sur un axe ou deux axes. (Pesson et Louveaux, 1984)

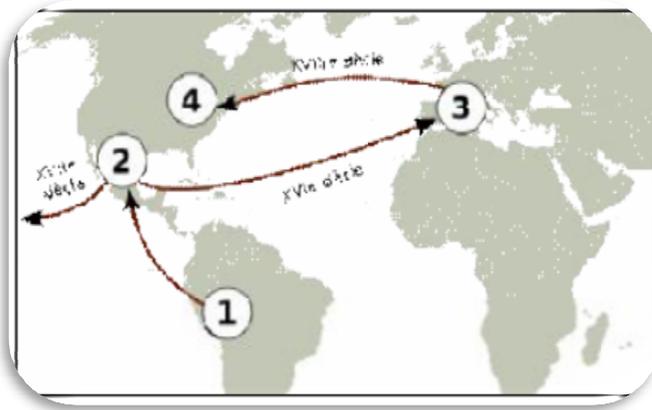
1. Historique et origine

La tomate est une plante cultivée dans le monde entier pour son fruit. Elle est originaire des régions Andines côtières du Nord-ouest de l'Amérique du sud, dans une zone allant du sud de la Colombie au Nord du Chili et de la cote Pacifique aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou) (Shankara et al. 2005). (Fig.1)

C'est au XVIème siècle qu'elle fut introduite en Europe par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Anonyme, 2010).

Au début, les Européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause de ses liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses : *Hyocinus niger*, *Lycopersicum atropa* (Kolev, 1976). Ce n'est que vers les années 1920 à 1930 qu'elle commença à être largement commercialisée et consommée.

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne, qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).



1. Pérou: Centre de diversification.
2. Mexique: premier centre de domestication.
3. L'Europe et l'Afrique : deuxième centre de domestication.
4. Etats Unis: troisième centre de domestication.

Fig.1 : Diffusion de la tomate dans le monde (Gallais et Bannerot, 1992).

2. Classification botanique

D'après Gaussen et *al.* (1982), la tomate appartient au règne *Plantea*, la section *Angiospermae*, la classe *Dicotyledonea*, la famille *Solanaceae* et l'espèce *Lycopersicum esculentum*

3. Importance économique

3.1. Dans le monde

La production annuelle mondiale de tomates s'élevait en 2007 à 126,2 millions de tonnes pour une surface de 4,63 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 27,3 tonnes à l'hectare [FAO, 2007].

Les données de la FAO (2007) représentées graphiquement sur la figure 2, font ressortir que la Chine est de loin le premier producteur mondial avec un peu plus du quart du total de la, production mondiale (33,6 millions de tonnes). Elle est suivie par cinq pays produisant plus de 5 millions de tonnes : les États-Unis, la Turquie, l'Inde, l'Égypte, l'Italie.

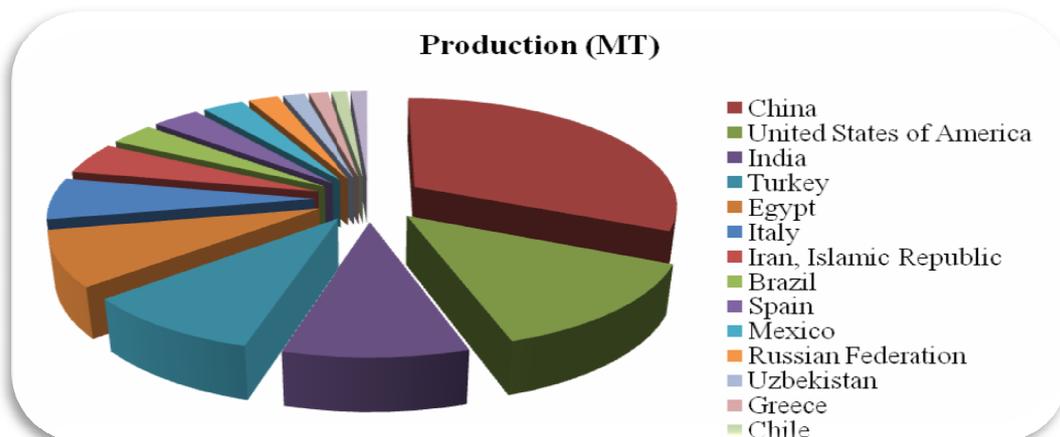


Fig .2 :
Pro
duc
tion
mo
ndi
ale
de

la tomate [FAO, 2007].

3.2. En Algérie

En Algérie, la tomate a pu gagner une place importante dans l'économie du pays. Elle occupe la deuxième place en maraîchère (820 137 Tonnes) après la pomme de terre (1 506 859 Tonnes) (Fig. 3). C'est un légume qui est cultivé dans toutes les régions, notamment au littoral, la Mitidja et surtout dans les régions du Nord -Est Algérien pour la tomate industrielle [Briki 2008].

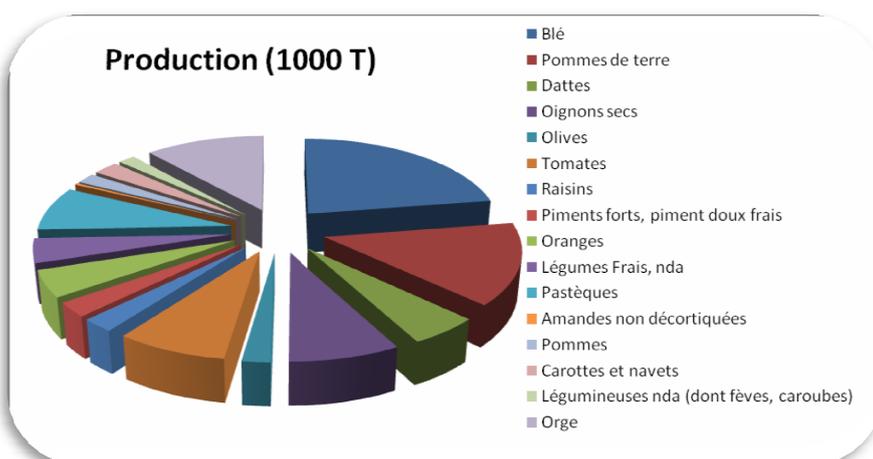


Fig.3 : Position de la production de la tomate en Algérie [FAO, 2007].

4. Intérêt alimentaire

La tomate est très prisée pour son intérêt alimentaire et sa valeur nutritive. Le fruit est très riche en vitamine C (26- 50 mg), en sucres (glucose et fructose 1.9-4.9%), et en acide organique (0.35-0.85%) qui déterminent le goût de ce légume. Ses teneurs en potassium (34 mg), Magnésium (80 mg), Phosphore (93 mg) et en vitamine B₁ (0.7 -0.9 mg et B₂ (0.4 à 0.8 mg), et sa richesse en pigment lycopène en font un légume à propriétés anti-cancéreuses. (Kolev, 1976)

5. Particularités morphologiques

La tomate est une Solanée dont le système racinaire bien développé est pivotant avec des racines secondaires importantes (Kolev., 1976) (Fig.4.a). La tige est pleine, fortement poilue et ramifiée, elle se lignifie en vieillissant (Shankara 2005) (Fig.4.b). Les feuilles sont alternes et sans stipules, composées, pennées, toxiques à cause des quantités importantes d'alcaloïdes qu'elles contiennent (Benard 2009) (Fig.4.c), Les fleurs sont hermaphrodites. Le calice comporte 6 sépales. La corolle a 6 pétales jaunes. Les étamines au nombre de 6 réunies forment un tube entourant le pistil. Les fleurs sont groupées en inflorescence « bouquet », sous forme de grappes plus ou moins bifurquées portant un nombre de fleurs très variable, généralement compris entre 6 et 12 (Fig. 4 .d). (Pesson et Louveaux, 1984). Les tomates sont des baies composées d'un tissu loculaire comprenant des graines et sont regroupés spatialement en « bouquet » (Fig. 4 .e) .Les graines sont aplaties, plus au moins lenticulaires, petites, grisâtres ou beiges et velues, nombreuses dans chaque fruit,(Choux et Foury,1994),(Fig.4 f).

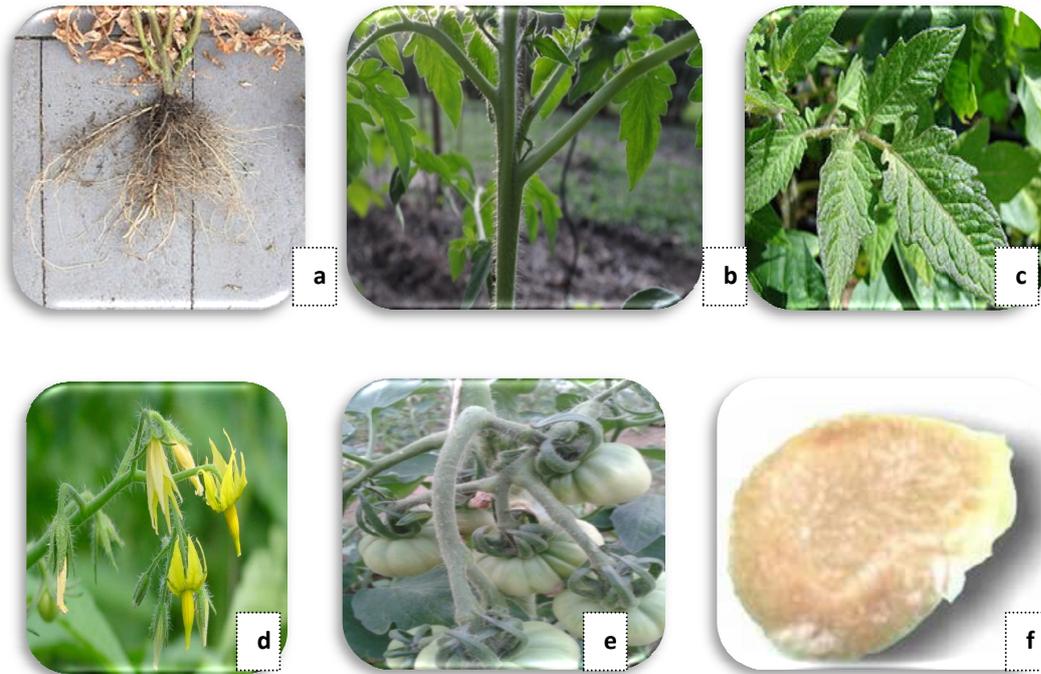


Fig. 4 : La morphologie de la tomate : (a) le système racinaire, (b) la tige, (c) les feuilles, (d) les fleurs, (e) les fruits var. Marmande (Originale 2013), (f) graine sèche (Anonyme 2010) .

6. Cycle de développement

Gallais et Bannerot(1992), montrent que le cycle végétatif complet de la tomate varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture. Mais, il s'étend généralement sur 3,5 à 4 mois du semis jusqu'à la récolte.

Le cycle comprend les phases qui sont les suivantes :

- La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante. (Corbineau et Core, 2006)
- La croissance est l'augmentation de la dimension d'un végétal.
- La floraison est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif à l'état reproducteur.

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1 mois, la tomate entre en parallèle avec une phase de mise à fleur. La floraison dépend de

la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante (Chougar, 2011).

- La nouaison est l'ensemble de la gamétogénèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits «fructification». (Rey et Costes, 1965).
- La maturation du fruit se caractérise par le grossissement du fruit et le changement de couleur, du vert au rouge. (Rey et Costes, 1965)

7. Maladies et ravageurs

Les maladies et ravageurs qui affectent la tomate sont très divers, mais les symptômes se ressemblent parfois au point de provoquer des confusions dans le diagnostic. C'est seulement lorsque ces connaissances de base sont bien assimilées que l'on peut pratiquer une protection intégrée, qui utilise toutes les ressources d'une protection phytosanitaire raisonnée (Anonyme 2010).

Les aleurodes, les acariens, les mouches mineuses (Fig.5 a), le botrytis et le mildiou sont les principaux bioagresseurs de la tomate sous abris. Mais, la mineuse de la tomate (Fig. 5 b) reste actuellement le ravageur le plus redouté par les agriculteurs aussi bien par les dégâts qu'occasionnent les chenilles sur feuilles, tiges et fruits que par le manque de moyens de lutte efficaces.



Fig.5: (a) Mouche mineuse (*Liriomyza bryoniae*), (b) mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) (Zitter et al.1977).

Chapitre II : Présentation de la mineuse de la tomate

« *TUTA ABSOLUTA* »

1. Origine et répartition géographique

Tuta absoluta est un ravageur originaire de l'Amérique du sud. Il est signalé pour la première fois en Argentine en 1964. En 2004, *Tuta absoluta* est introduite dans la liste des insectes de quarantaine (Anonyme2008_b).

En mars 2007, ce lépidoptère fut signalé pour la première fois en Espagne, où de graves dégâts ont été observés sur la tomate dans la région de Valence, (Anonyme, 2008_a). Le même auteur signala au printemps 2008, sa présence sur la tomate cultivée sous serre dans la province de Cosenza, en Italie. Puis, l'espèce s'est propagée vers le sud de la France en septembre de la même année. En avril 2008, des agriculteurs de la région d'Agadir (Maroc) mentionnent des dégâts importants en cultures de tomate. La présence de *Tuta absoluta* (Fig.6) est notée en mars 2009 en Tunisie et en juillet 2009 en Lybie. Elle est signalée dans d'autres pays de l'Europe en 2010.

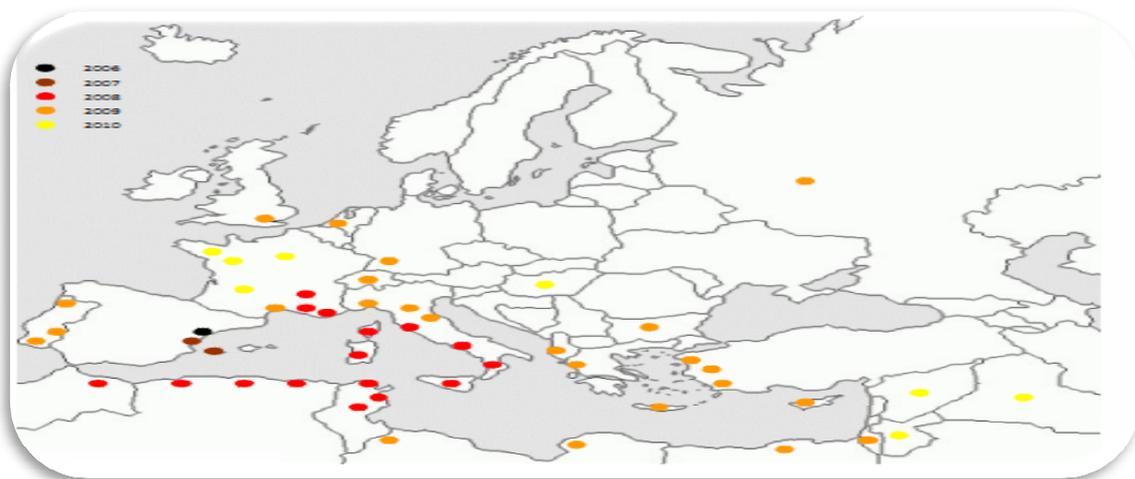


Fig.6. Années et zones d'apparition de *Tuta absoluta* dans les pays du bassin méditerranéen et en Europe (Desneux et al. 2010).

En Algérie, *Tuta absoluta* est signalée pour la première fois en mars 2008 dans la région maraîchère de Mostaganem (Guenauoui, 2008). Cette mineuse a été observée sur les cultures de tomate sous abris et en plein champ, puis elle s'est propagée dans les régions côtières d'Oran, Tipaza et Jijel (Fig.7). En 2009, 16 wilayas productrices de tomates sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El Tarf, Oran, Aïn Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'sila et Biskra) (Fig. 7) (Loucif, 2009).

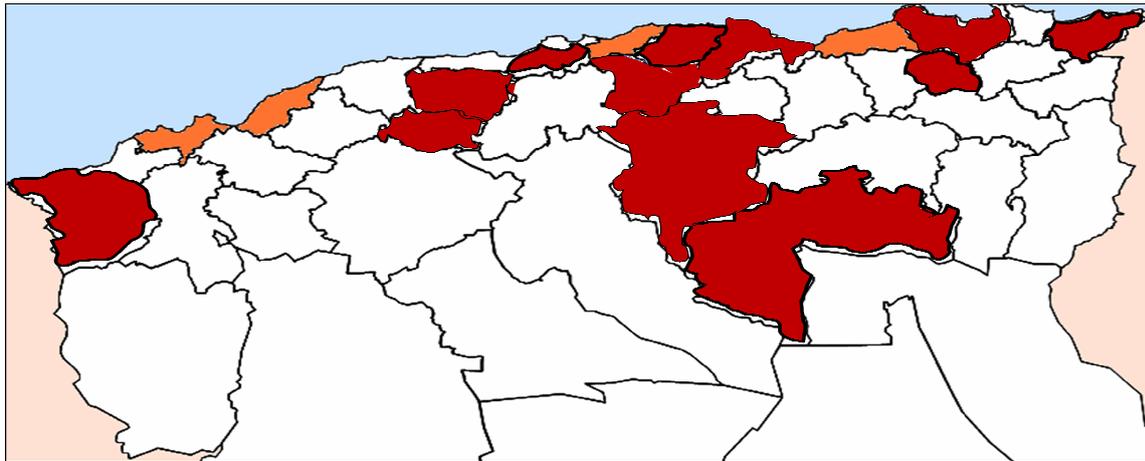


Fig. 7. Années et zones d'apparition de *Tuta absoluta* en Algérie (orange: 2008, rouge: 2009). (Anonyme, 2010_b)

2. Classification

La mineuse de la tomate appartient à l'embranchement Arthropoda, le sous embranchement Uniramia, la classe *Insecta*, l'ordre *Lepidoptera*, la famille *Gelechiidae*, la sous famille *Gellechiinae*, le genre *Tuta* et l'espèce *Tuta absoluta*.

La mineuse de la tomate est également appelée selon l'EPPO (2007) : *Phthrimaea absoluta* .

3. Morphologie

3.1. Les œufs

Ils sont de forme elliptique, de couleur blanc crème juste avant la ponte et deviennent orange marron juste après éclosion. La ponte se fait d'une manière individuelle. Les œufs sont déposés, isolés les uns des autres. Ils mesurent 0,36mm de long et 0,22mm de large (Fig.8) (Margarida, 2008).



Fig.8. Œuf de *Tuta absoluta* (Zaid, 2010).

3.2. Les larves

Plusieurs auteurs dont Estay (2000) indiquent la présence de quatre stades larvaires bien définis se distinguant par la taille et la couleur (Fig.11).

- La larve néonate, L₁ d'environ 1,6 mm, de couleur blanche, à tête marron foncé initialement, vire au vert (Attouf, 2008).
- Les larves L₂, et L₃ de couleur verte, ont des dimensions comprises entre 2,8 à 4,7 mm (Margarida, 2008).
- La larve L₄ peut atteindre jusqu'à 8 mm de long. La ligne dorsale rougeâtre est caractéristique de la fin du développement larvaire. (Ramel et Oudard, 2008)

3.3. La chrysalide (nymphe)

Elle est de couleur brune et mesure 4 à 5 mm de long (Fig. 9a, b) (Ramel et Oudard, 2008).

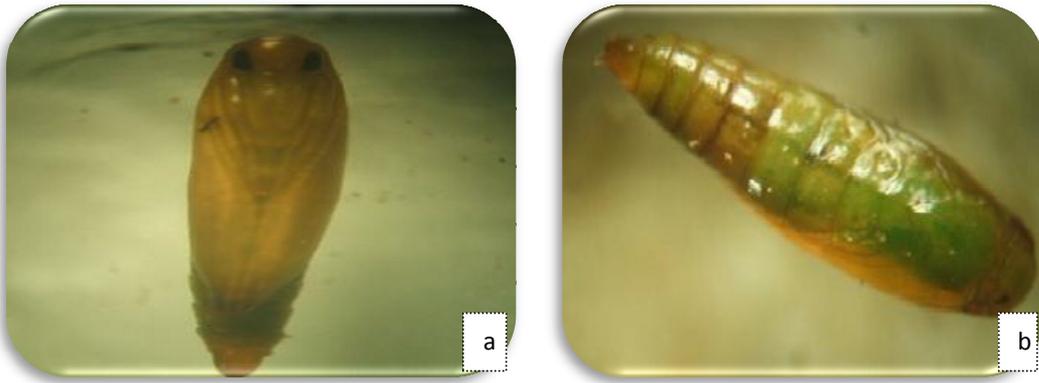


Fig.9. Nympe face ventrale (a) et face dorsale (b). (Zaid, 2010)

3.4. L'adulte

C'est un microlépidoptère de 6 à 7 mm de long et de 8 à 10 mm d'envergure, de couleur gris argenté, avec des taches brunes sur les ailes (Fig. 10). Les antennes sont filiformes faisant le 5/6 des ailes (Ramel et Oudard, 2008). La femelle est légèrement plus grande que le mâle (Berkani et Badaoui, 2008).



Fig. 10. Adulte de *Tuta absoluta* (Anonyme 2008_a)

4. Biologie

La durée du cycle biologique varie selon les températures, de 76,4 jours (14°C) à 23,8 jours (27°C) (tableau 1) (EPPO, 2007).

Une femelle peut pondre isolement, de 40 à plus de 200 œufs de préférence à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges, tendres et des sépales des fruits immatures.

Après l'éclosion, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quelque soit le stade de développement du plant. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé en 4 stades successifs, les chenilles se transforment en chrysalides, soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol. Cet insecte passe l'hiver à l'état d'œuf, chrysalide ou adulte. Les adultes mâles vivent 6 à 7 jours et les femelles 10 à 15 jours. Cet insecte n'est pas présent à des altitudes supérieures à 1000m (limite climatique) (Fig.11), (Anonyme, 2008 a).

Tableau n°1: Durée de développement (en jours) de *Tuta absoluta* de l'œuf à l'émergence de l'adulte en fonction de la température (Estay, 2000).

Températures	14°C	20°C	27°C
Œuf	14,1	7,8	5,13
Larve	38,1	19,8	12,2
Pupe	24,2	12,1	6,5
Total œufs à adulte	76,4	39,7	23,8

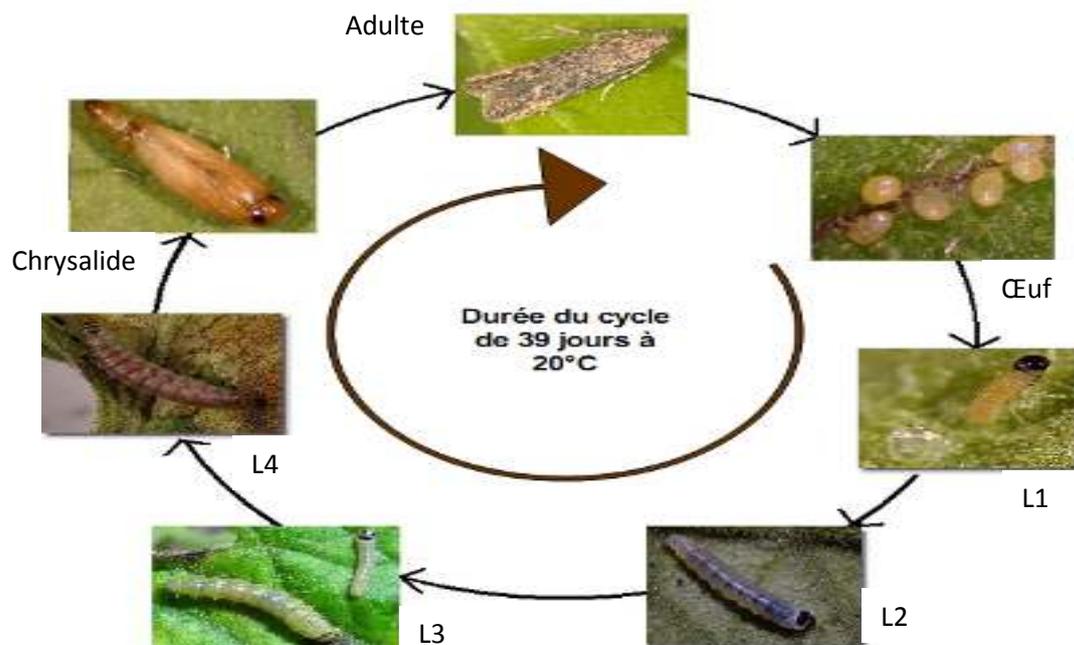


Fig. 11. Cycle de vie de *Tuta absoluta* Meyrick 1917. (Anonyme, 2010)

5. Plantes hôtes

Tuta absoluta (Meyrick, 1917) est un ravageur important de la tomate. Elle s'attaque également à d'autres plantes hôtes de la famille des *Solanaceae*, comme la pomme de terre (Fig.12a), l'aubergine (Fig.12b) (Notz, 1992), le tabac (Fig.12d) (Mallea *et al*, 1972), (Fig.12) le poivron ainsi qu'à d'autres *Solanaceae* adventives ou ornementales telles que *Datura stramonium*, la stramoine épineuse (*D. ferox*), les morelles jaune (*Solanum elaeagnifolium*) et noire (Fig.12c) (*S. nigrum*). (Ramel et Oudard, 2008).

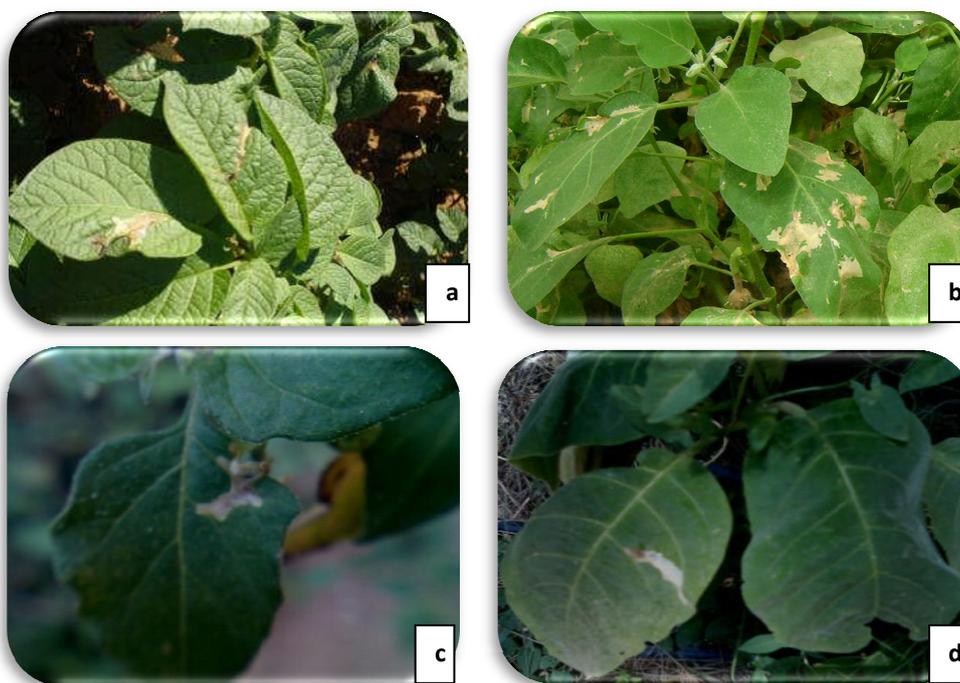


Fig. 12. Symptômes sur les plantes hôtes du *T.absoluta* :(a) sur pomme de terre. (b) sur aubergine. (c) sur morelle noire. (d) sur *le tabac* (Ramel et Oudard, 2008)

Les plantes cultivées et spontanées hôtes de la mineuse de la tomate jusqu'à présent signalées dans le monde et en Algérie appartiennent toutes à la famille des *Solanaceae*. Cependant, le 21 octobre 2009 dans la région de Staoueli, il a été signalé que des plants de mauve (*Malva sylvestris*, *Malvaceae*) ont vu leurs feuilles minées par des chenilles de cette espèce, en plus des attaques insignifiantes uniquement sur feuilles de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) dans la région de Khemis El Khechna (Zaid, 2010).

6. Moyens de dissémination

La dissémination de *Tuta absoluta*, peut avoir lieu par le commerce des fruits et des plants infestés, ainsi que par les caisses de récoltes, les moyens de transport contaminés, par le vent et le vol actif. La dissémination dans le temps, d'un cycle de culture à un autre se fait par les chrysalides présentes dans le sol, la présence des mauvaises herbes, les cultures avoisinantes hôtes et les restes des cultures, qui après l'arrachage présentent une source et un réservoir de réinfestation. (Urbaneja et al. 2007).

7. Dégâts

Les différents travaux réalisés montrent que la larve est le stade nuisible de la mineuse de la tomate. Elle peut attaquer feuilles, tiges et fruits (Kestali, 2011).

7.1. Sur la feuille

Après l'éclosion, les larves cherchent un point d'entrée dans les feuilles (Attouf, 2008), puis pénètrent entre les deux épidermes de la feuille et commencent à consommer les feuilles formant des galeries ou mines (Fig. 13). (Fernandez et Montagne, 1990). Les larves se nourrissent du mésophyle et laissent intact l'épiderme (Margarida, 2008). Les mines se nécrosent et brunissent (Teterel, 2009). Ces mêmes galeries pourraient être confondues avec une attaque de la mineuse, *Liriomyza sp.* (Caponero et Colella, 2009). Cependant, de par leur mode de vie, les larves (L1, L2, L3 et L4) peuvent quitter leur galerie à chaque mue pour aller en creuser une autre sur la même foliole. Elles intensifient de ce fait les dégâts sur feuilles (Lacordaire et Feuvrier, 2010).



Fig. 13. Feuille minée par chenille de *Tuta absoluta* (Originale2013)

7.2. Sur la tige

Les larves pénètrent à l'intérieur des tiges (Fig.14a) forment des mines et laissent leurs excréments à l'intérieur (Fig.14b), (Garzia *et al*, 2009).

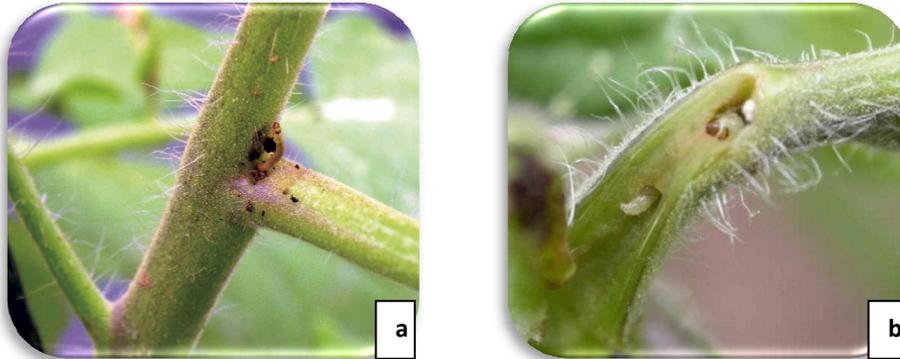


Fig.14. Dégâts sur tiges : orifice de pénétration (a) et galerie larvaire(b) (Anonyme, 2010)

7.3. Sur le fruit

Les fruits verts et murs attaqués, présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sortie à leur surface (Fig.15 a). Les galeries creusées par les larves diminuent la valeur commerciale de la tomate et constituent en outre un foyer d'infections fongiques et bactériennes. (Fig.15 b) (Berkani et Badaoui 2008 ; Margarida, 2008)

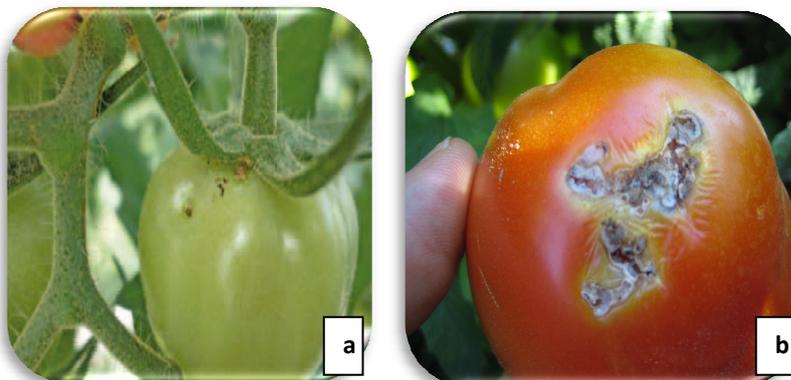


Fig.15. Orifice de pénétration (a) et dégâts sur fruit (b) (Margarida, 2008)

8. Moyens de lutte

Les agriculteurs par leur ignorance des mesures prophylactiques contribuent d'une façon indirecte à la propagation et la pullulation de la mineuse (Soro et al, 2010). Ainsi, en raison de leur efficacité et de leur application facile et pratique, les insecticides chimiques constituent, à l'heure actuelle, la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une éradication des espèces non cibles telles que la faune auxiliaire et l'apparition d'insectes résistants. Ces dangers ont conduit l'OMS à interdire l'usage de certains insecticides chimiques (Bajpai et al, 2008).

Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche de molécules nouvelles en prenant en compte d'autres critères que l'efficacité. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles actives, non polluantes et s'utilisant dans une lutte moins nocive et plus raisonnée. La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation des substances naturelles comme les bio fertilisants ou les bio pesticides.

Chapitre III : Les fertilisants

Introduction

L'agriculture biologique est en fait un système holistique de production animale ou végétale qui optimise la productivité et la santé des différentes communautés de l'agro-écosystème, notamment les organismes du sol, des plantes, du bétail et des humains. Le but principal de l'agriculture biologique est la mise en place d'entreprises productives et durables et leur mise en harmonie avec l'environnement (Mughal, 1992).

Les agriculteurs biologiques croient que la réussite d'un système d'agriculture biologique commence avec le sol ; un sol sain produit des plantes saines qui permettent aux animaux et aux humains qui les consomment d'être eux aussi en bonne santé. Ils perçoivent le sol comme un organisme vivant qui est le siège de processus et de formes de vie interdépendants (Ruttan, 1990).

Les plantes cultivées en serre tirent la plus grande partie de leur alimentation du sol. La fertilité du sol se divise en plusieurs compartiments qui diffèrent tant par la quantité d'éléments qui s'y retrouvent, par la forme sous laquelle ils s'y retrouvent et par la vitesse avec laquelle ces éléments sont fournis à la plante (Marschner, 1996).

1. La nutrition minérale des plantes

1.1. Les nutriments minéraux

Les plantes ont besoin pour vivre d'un apport d'éléments nutritifs. Ceux-ci sont absorbés essentiellement sous forme minérale par les racines pour assurer la croissance et le développement de la plante.

Les éléments essentiels pour la plante sont au nombre de 16, répartis en deux catégories :

Les macroéléments, au nombre de neuf et les microéléments, encore appelé oligoéléments sont au nombre de 7, (tableau 2). Cette distinction est établie en fonction des concentrations dans les tissus végétaux. En effet, les macroéléments sont présents à des concentrations supérieures à 10 millimoles par kilogramme de matière sèche. Ils sont le plus souvent impliqués dans la composition des

macromolécules (ADN, ARN, protéines, etc....), ce qui explique les besoins élevés des plantes (Epstein 1972).

Tableau n°2: Eléments essentiels aux plantes supérieures et concentrations internes considérées comme optimales pour une croissance normale (Marschner ,1996).

	Elément	Symbole chimique	Forme disponible	Concentration (mmol/kg MS)
Macro-éléments	Hydrogène	H	H ₂ O	60 000
	Carbone	C	CO ₂	40 000
	Oxygène	O	O ₂ CO ₂	30 000
	Azote	N	NO ₃ ⁻ NH ₄ ⁺	1 000
	Potassium	K	K ⁺	250
	Calcium	Ca	Ca ²⁺	125
	Magnésium	Mg	Mg ²⁺	80
	Phosphore	P	HPO ₄ ⁻ ,HPO ₄ ²⁻	60
	Soufre	S	SO ₄ ²⁻	30
	Chlore	Cl	Cl ⁻	3,0
	Bore	B	BO ₃ ³⁻	2,0
Micro-éléments	Fer	Fe	Fe ²⁺ Fe ³⁺	2,0
	Manganèse	Mn	Mn ²⁺	1,0
	Zinc	Zn	Zn ²⁺	0,3
	Cuivre	Cu	Cu ²⁺	0,1
	Nickel	Ni	Ni ²⁺	0,05

1.2. Importance de quelques éléments nutritifs chez les végétaux

En 1972, Epstein a décrit les rôles de quelque unes des principaux éléments nutritifs sur les végétaux en précisant que:

- L'azote est un facteur de rendement et de croissance. Il est indispensable à la plante à tous les stades de végétation.
- Le phosphore joue un rôle important dans les phénomènes de respiration et de photosynthèse, et favorise le développement racinaire, la fécondité et la résistance au froid. Il intervient dans la transmission des caractères héréditaires.
- Le potassium est nécessaire à la photosynthèse et limite la transpiration. Il est très mobile dans la plante et rapidement redistribué.

➤ Le calcium constitue environ 50 % des cendres de la plante entière. C'est un constituant des parois cellulaires. Il assure une meilleure cohésion et résistance des tissus végétaux, donc une meilleure tenue du fruit à la cueillette et en conservation.

➤ Le magnésium un élément constitutif de la chlorophylle. Il existe, soit sous forme combinée dans les cellules, en liaison avec le fer, soit sous forme libre dans la sève. Il joue un rôle prédominant dans l'activité enzymatique concernant le métabolisme des hydrates de carbone.

➤ le fer intervient dans la synthèse de la chlorophylle, et entre dans la composition de plusieurs enzymes intervenant entre autre dans la respiration.

➤ Le sodium présente un rôle dans les phénomènes d'osmose. Il peut être bénéfique à la croissance des plantes et peut se substituer, en partie, au potassium dans certaines cultures.

➤ Le soufre entre dans la composition de systèmes d'oxydoréduction, ainsi que dans trois acides aminés très importants: la cystéine, la cystine et la méthionine. Il est indispensable pour la synthèse des protéines. Une carence en soufre diminue la formation de la chlorophylle, et se traduit par une chlorose foliaire très semblable à celle résultant d'une carence en azote.

1.3. Effets de la nutrition de la plante sur la santé végétale

Il est connu depuis longtemps que les plantes fertilisées présentent peu de problèmes liés aux ravageurs et aux maladies. Il est également reconnu que grâce à la modernisation de l'agriculture, le nombre d'espèces considérées comme des ravageurs et des maladies a augmenté. Les études de Chaboussou (1980), constituent un point de départ pour la théorie de la trophobiose, permettant ainsi d'établir un lien important entre ces deux faits observables et vérifiés dans la pratique par les agriculteurs.

Selon cette théorie, la sensibilité d'une plante cultivée par rapport aux ravageurs et aux maladies dépend de son état nutritionnel. Les ravageurs et les maladies n'attaqueront pas une plante saine. La santé d'une plante est directement liée à son équilibre interne qui est en perpétuelle mutation. Selon le même auteur,

les ravageurs et les maladies n'attaquent pas toutes les plantes, mais uniquement celles qui pourraient servir d'aliments à l'insecte ou au pathogène. Si une plante dispose d'une quantité de substances suffisante pour alimenter les ravageurs et les maladies, c'est parce qu'elle n'a pas été traitée selon les méthodes optimales de culture. Aussi, pour qu'une plante soit résistante, est-il important de gérer correctement sa croissance.

Tous les facteurs qui affectent l'équilibre interne et le fonctionnement d'une plante peuvent diminuer ou accroître sa sensibilité aux attaques des ravageurs et des maladies. Ceci pourrait être des facteurs liés à la plante tels que l'adaptation au climat local, l'âge de la plante, le greffage ou aux facteurs environnementaux climatiques comme la lumière, la température, l'humidité et le vent, ou aux pratiques de gestion comme la fertilité du sol, le moment de la plantation, l'espacement, le labour et le type d'engrais utilisé.

De nombreux produits usuels et simples peuvent être utilisés dans les systèmes de production pour améliorer la nutrition de la plante. Parmi ces exemples, on peut citer la cendre, la roche en poudre ou les biofertilisants liquides. (Primavesi, 1989).

2. Biofertilisant liquide

2.1 Le jus de lombricompost

Le lombricompostage est un procédé naturel qui permet de recycler les déchets biodégradables par l'intermédiaire des vers de terre dans un lombricomposteur et on obtient 2 produits de lombricompostage : un lombricompost mûr et le jus.

Le jus de lombricompost d'après Ndegwa et Thompson (1999), consiste en un liquide de couleur foncée, concentré qui ruisselle et s'accumule dans le fond du bac du lombricomposteur. C'est un excellent engrais naturel pour les plantes vertes. Il est riche en azote, phosphate et potassium, mais également en calcium, magnésium et micronutriments et de micro-organismes bénéfiques comme :

- les champignons qui entraînent des relations très intimes avec la plantes. Ils renforcent ses défenses naturelles vis-à-vis du stress d'origine biotique ou abiotique.

➤ Les bactéries qui assurent la croissance de la plante et lui fournissent des composés d'intérêt tels que les enzymes, des antibiotiques ou d'autres molécules antivirales et anti tumorales.

2.2. La fermentation de jus de lombricompost sur substrat solide

La fermentation sur substrat solide est généralement définie comme une croissance microbienne sur des particules solides humides en l'absence d'eau libre. De façon simplifiée, c'est une culture de micro-organismes (bactéries, champignons et autres) dans un substrat solide sans écoulement d'eau. Il s'agit d'exploiter le métabolisme et le mécanisme de la croissance de ces microorganismes et leur métabolisme sur des substrats pour dégrader la matière solide afin d'en produire des substances à forte valeur.

Le développement microbien qui se trouve dans le jus de lombricompost se fait, en surface et à l'intérieur de la matrice solide, en absence de tout écoulement liquide. La matrice poreuse peut être constituée d'un substrat naturel ou d'un support inerte capable d'absorber les nutriments qui se trouvent à l'état dissout dans une solution.

Les substrats solides peuvent être soit :

- Des matériaux organiques naturels issus de coproduits agricoles ou de l'agro-industrie tels les différents sons, les pailles, les pulpes et les drèches.
- Des matériaux minéraux tels que les granulés d'argile, la perlite, la pouzzolane.
 - Des matériaux synthétiques de type mousse de polyuréthane. (Durand, 2003 ; Gervais et Molin. 2003 ; Rahardjo et al. 2006)

2.3. Le substrat utilisé : vesce-avoine

La vesce-avoine est une plante herbacée annuelle originaire d'Asie, appartenant au genre *Avena* de la famille des graminées.

Parmi les nombreuses espèces d'*Avena*, deux surtout sont connues : *Avena sativa*, l'avoine cultivée ou commune et *Avena fatua*, l'avoine sauvage ou folle avoine. Elle s'adapte facilement à toutes les conditions climatiques et à tous les terrains, mais elle a une préférence pour les régions tempérées et en altitude du

globe. Il s'agit d'une plante à tige creuse pouvant atteindre 60 cm à 1m50 de haut, ses feuilles sont semblables à des lames de rasoir et les grains sont légèrement poilus et sont hébergés par de petits épis, regroupés en une grappe lâche les inflorescences appelées panicule. (Seguy et Bouzinac 1999).

2.3.1. Les principaux composés de la vesce-avoine

La vesce avoine est une céréale très riches en glucides (55,70 g), amidon (54,62 g) et en minéraux comme le calcium (80 mg), le magnésium (129 mg), le potassium (355 mg), le chlore (119 mg), le phosphore (342 mg), l'azote (150 mg) et les vitamines E (0,841 mg) et B (b3=2,4 mg) pour 100 g de matière sèche (Taylor et Francis 2008).

2.3.2. Les rôles des vitamines du substrat solide

Les vitamines B et E ont un rôle essentiel dans la croissance et la floraison des plantes, tout comme un être humain qui pourra mieux se défendre avec les bonnes vitamines assimilées. Elles permettent de donner aux plantes plus d'énergie et de temps pour se développer. De plus, elles permettent d'améliorer l'activité photosynthétique de la plante, elles absorbent beaucoup plus de lumière pour un meilleur développement (Anonyme 2002).

2.4. L'intérêt du jus de lombricompost fermenté

Des études réalisées par Pajot en 2010 montrent que le traitement foliaire des plants avec du jus du lombricompost est associé au développement de certaines réponses défensives dans les tissus des plantes hôtes. Alors que d'après Anonyme (2002), la fermentation du jus de lombricompost permet la conservation des produits fabriqués, tout en améliorant les qualités nutritionnelles des produits et augmentant ces qualités organoleptiques en améliorant la croissance de la plante, diminuant les maladies par la compétition des micro-organismes bénéfiques avec les organismes

pathogènes sur et autour de la plante. Il facilite une meilleure absorption et rétention des nutriments par la plante grâce à l'action de ses micro-organismes. Il améliore la qualité nutritive de la plante en lui assurant une protection rhizosphérique envers les pathogènes.

Chapitre IV : Huiles essentielles du thym

Introduction

Les composés secondaires des plantes sont réputés depuis l'antiquité pour leurs propriétés pharmacologiques et depuis quelques décades l'homme s'intéresse également à leurs autres activités biologiques, en particulier, l'effet bio insecticides de ces composés contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs. (Regnault 2002)

Les extraits des plantes les plus couramment utilisées au cours de ces dernières années sont les suivantes :

➤ Le pyrèthre, composé extrait à partir des fleurs de plantes appartenant à la famille des Asteraceae comme les chrysanthèmes et les pyrèthres. Le pyrèthre continue de dominer le marché mondial des insecticides végétaux accaparant à lui seul près de 80% des ventes (Isman, 2000).

➤ Les huiles essentielles constituent des substances ayant des spécificités qui ont permis de les utiliser depuis longtemps en pharmacie, parfumerie, industrie agroalimentaire et industrie chimique. Plus récemment il a été démontré que de nombreux constituants terpénoïdes d'huiles essentielles végétales sont toxiques au contact, pour un large éventail d'insectes et peuvent être utilisés comme insecticides d'origine végétale. Un nombre important de composés chimiques sont connus. De ce type, les plus puissants sont le thymol, extrait de thym (*Thymus vulgaris*, Lamiacées), la pulégone, extraite de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Lamiacées) et l'eugénol, extrait du clou de girofle (*Eugenia caryophyllus*, Myrtacées). (Regnault, 2002)

1. Les huiles essentielles

1.1. Définition

Les huiles essentielles sont des produits odorants de composition chimique complexes renfermant des principes actifs volatiles et contenus dans les végétaux. Toutes les parties de la plante peuvent contenir des huiles essentielles dans des vésicules spécialisées (Charpentier et *al.* 2008).

1.2. Fonction biologique

Comme tout métabolite secondaire, le rôle écologique et évolutionnaire des huiles essentielles a été associé à la défense contre les animaux herbivores et les ravageurs des plantes, la guérison de blessures des organes de la plante, la résistance aux attaques microbiennes grâce à leurs propriétés fongicides et bactéricides, la protection de la plante du rayonnement ultraviolet et des oxydants, ainsi que l'attraction d'insectes et d'animaux intervenant dans la pollinisation (Soto-Mendivil et *al.*, 2006). Elles jouent également un rôle hormonal comme régulateur et catalyseur dans le métabolisme végétal, et semblent aider la plante à s'adapter à son environnement et sont par conséquent produites en plus grande quantité dans des conditions extrêmes (Svoboda, 2003).

1.3. Activité insecticide

Mohan et Ramaswamy (2007), précisent que les huiles essentielles représentent une piste d'avenir pour la recherche de nouvelles molécules bioactives, à cause de leur intérêt insecticide.

1.3.1. Effets physiologiques

Les huiles essentielles ont des effets anti-appétant, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et des acariens (Keane et Ryan, 1999).

1.3.2. Effets sur l'octopamine

L'octopamine est un neuromodulateur spécifique des invertébrés. Cette molécule a un effet régulateur sur les battements de cœur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. Enan (2001) et Isman (2000) font le lien entre l'application de l'eugénol, de l'alpha-terpinéol et de l'alcool cinnamique, et le blocage des sites accepteurs de l'octopamine. Enan (2001) a également démontré un effet sur la Tyramine, autre neurotransmetteur des insectes.

En général, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes. Ces huiles sont donc peu toxiques pour les animaux à sang chaud (Enan, 2001).

1.3.3. Effets physiques

Les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des insectes et des acariens à corps mou. Isman (2000), émet cette hypothèse car plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces sur les arthropodes, sur les thrips, les pucerons, les aleurodes et certains acariens mais moins efficace avec des insectes à carapace dure tels que des coléoptères et hyménoptères adultes et certains acariens prédateurs.

2. Le thym

2.1. Généralités sur la plante

Le thym est caractéristique de la flore méditerranéenne, il est classé dans la famille des Labiacées, le genre *Thymus* et l'espèce *Thymus vulgaris* L.

Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés, des bords de la mer à la montagne. C'est une plante ligneuse, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. Ses rameaux serrés, dressés et velus, sont recouverts de feuilles opposées courtement pétiolées, ciliées à la base de couleur verte foncé, les fleurs sont rosées en capitule terminaux, (fig.16), avec un calice glanduleux, l'odeur est thymolée, la saveur est chaude, aromatique et légèrement amère. (Loziene et al ,2005)

Les feuilles de thym sont riches en huiles essentielles dont les propriétés sont mises à profit en phytothérapie et en médecine, comme produits antiparasites, antispasmodique, antiseptique et digestif (Soto-Mendivil et *al.* 2006).

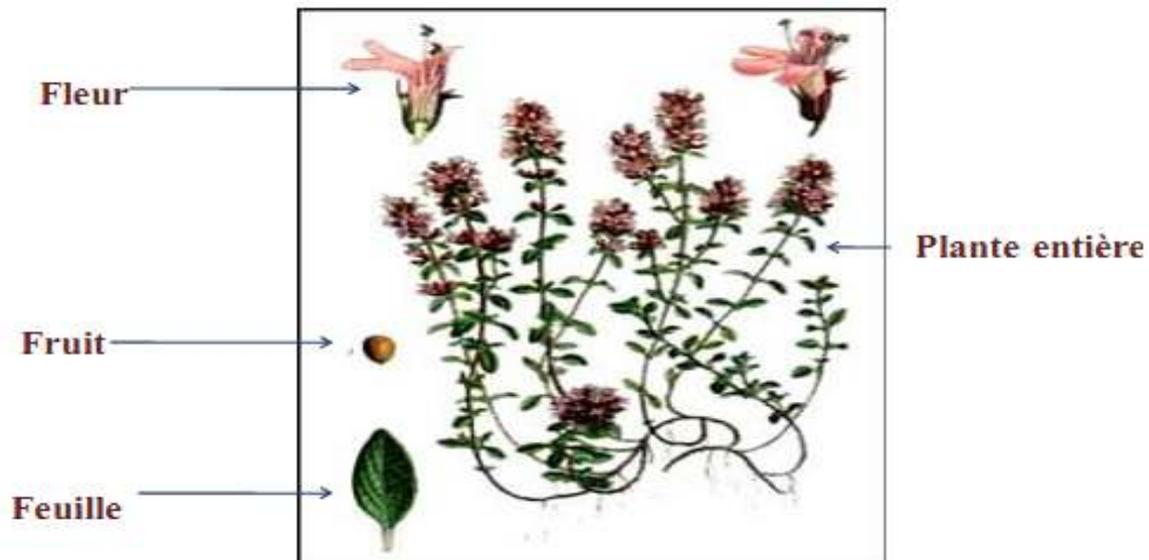


Fig. 16. Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris* L. (Iserin, 2001)

2.2. Huile essentielle du thym

L'essence du thym est souvent rapportée comme étant parmi les huiles essentielles les plus actives. Les huiles essentielles du thym sont composées par des molécules aromatiques présentant une très grande diversité de structure. (Naghdi et *al.*, 2004)

La variabilité chimique des HE du thym dépend de plusieurs facteurs, qui généralement sont d'ordres climatiques et environnementaux. Mais peuvent être aussi d'ordre génétique et saisonnier (stade végétale) (Loziene et *al.*, 1998). Ainsi, une étude menée par Dob et *al.*, (2006) sur les thymus d'Afrique du nord a démontré que le composé majoritaire était le thymol chez les espèces d'Algérie et du Maroc et le carvacrol chez les espèces de Tunisie.

De nombreux travaux ont été réalisés sur l'huile essentielle du thym. Le tableau 3 présente les principaux composés de l'huile essentielle de thym de certains pays.

Tableau n° 3 : Composition de l'huile essentielle de quelques espèces du thym dans certains pays

Espèce	Pays	Principaux composés	Référence
<i>T. vulgaris</i>	Turquie	p-cymène 9.9%, thymol 46.2% linalool 4%, γ -terpnène 14.1%	(Özcan et Chalcha, 2004)
<i>T. vulgaris</i>	Espagne	p-cymène 18.7%, thymol 57.7% carvacrol 2.8%, linalool 2.1%	(Rota et al., 2008)
<i>T. capitatus</i>	Tunisie	Carvacrol 62.83%, p-cymène 5.1% γ - terpnène 2.4%	(Bounatirou et al., 2007)
<i>T. fontanesii</i>	Algérie	Gamma-terpinene 1.173%, Linalool 4.86% , Thymol 77.723% ,Carvacrol 13.278%, Beta-caryophyllene 2.033%.	(Rahim 2012)

Chapitre I : Matériels et Méthodes

OBJECTIF

Le but de cet essai est d'étudier l'influence de deux substances biologiques sur une culture de tomate, var. Marmande sous abri serre tunnel. Dans une première partie, nous avons évalué l'effet fertilisant du jus de lombricompost fermenté sur la phénologie de la tomate. En deuxième partie, nous avons comparé l'effet stimulateur de défense du jus de lombricompost fermenté avec celui d'un bio insecticide à base d'huile essentielle du thym et leurs synergies sur la mineuse de la tomate, « *Tuta absoluta* ».

1. Milieu d'étude

1.1. Pépinière

La germination et le développement des jeunes plantules de tomate ont été réalisés en pot, au niveau de la serre du laboratoire des cultures maraichères, d'orientation nord-sud, aérée par des fenêtres latérales et chauffée à l'aide de radiateurs. (Fig.17)

1.2. Abri-serre tunnel

Le repiquage et le suivi des facteurs de production et sanitaire de la culture ont été réalisés au niveau de la station expérimentale du département d'agronomie, dans un abri serre tunnel, d'une superficie de 200 m² couvert d'un film plastique souple en polyéthylène incolore, aéré par des ouvertures latérales. (Fig.17et 18)



Fig.17. site du travail (Originale, 2013)



Fig.18. Abri-serre tunnel expérimental (Originale, 2013)

2. Matériel d'étude

2.1. Semence de tomate

La semence de variété Marmande fixée, est issue d'un lot ramené de l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (ITCMI) de Staouéli (Alger). C'est une variété à croissance indéterminée, obtenu par autofécondation d'individus homozygotes.

2.2. Jus de lombricompost fermenté et huile essentielle du thym

Le jus de lombricompost, le matériel biofertilisant et biostimulateur des systèmes de défense chez les plantes ainsi que l'huile essentielle de thym, à effet insecticide, nous ont été fournis par Dr Djazouli, du laboratoire de Zoologie du Département des Sciences Agronomiques de l'Université de Blida.

2.3 Matériel animal

Les chenilles de la mineuse de la tomate sont prises comme modèle biologique afin de suivre leur niveau d'infestation sous l'effet d'un traitement à base d'huile essentielle de thym et d'un biofertilisant naturel fermenté sur substrat solide de vesce avoine, et leurs synergies.

2.4. Autre matériel

Nous avons également utilisé :

- Un mètre afin de mesurer périodiquement la croissance des plants.
- Une loupe de poche pour le dénombrement des infestations larvaires et des larves de la mineuse de la tomate.
- Un pulvérisateur manuel de 500 ml est utilisé pour l'application des différents traitements foliaires de jus de lombricompost fermenté, d'huile essentielle de thym et du mélange de jus de lombricompost fermenté avec de l'huile essentielle de thym.
- Un piège type delta à phéromone sexuelle afin de pouvoir vérifier par les captures des mâles le début de l'infestation de la culture par la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*.
- Un agitateur

3. Méthode d'étude

3.1. Terrain

3.1.1. Préparation et entretien de la culture

a) Obtention des plantules de tomates

Nous avons effectué un semis sur plaque en pépinière le 14 décembre 2012, à raison de 2 graines par alvéole, dans un substrat de mélange de terre fertile et d'humus provenant d'un élevage camelin (Fig. 19).



Fig. 19. Plantules de tomate (Originale 2013)

b) Préparation du sol et repiquage

➤ **Préparation du sol**

Avant le repiquage des plantules au stade 04 à 05 feuilles, nous avons réalisé un labour superficiel à l'aide d'une charrue à disque et le traçage des sillons dans le sens de la longueur de l'abri serre tunnel.

➤ **Repiquage des plants**

Il a été réalisé le 24 janvier 2012 dans un abri serre tunnel, à raison de 10 plants par bloc.

c) Entretien

Les différentes opérations culturales réalisées durant toute l'expérience sont:

- Un désherbage manuel est réalisé durant tout l'essai.
- Un binage –buttage est effectué dix (10) jours après le repiquage des plants, afin d'aérer le sol et favoriser l'émission de nouvelle racines. L'opération est répétée à chaque fois que nécessaire.
- Le palissage des jeunes plants.
- La suppression des bourgeons axillaires tout au long du cycle de développement de la plante.
- L'élimination des feuilles malades, sèches et celles au contact du sol.
- Une irrigation par rigole est effectuée par semaine.
- L'aération de la culture, si nécessaire est assurée par l'ouverture des deux portes latérales.

3.1.2. Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale est divisée en quatre blocs de dix plants chacun, trois blocs traités et un bloc témoin (Fig. 20). Le périmètre de chaque parcelle est de 150 sur 225 cm, la distance entre les plants est de 40 cm, et la distance entre les parcelles est de 220 cm.

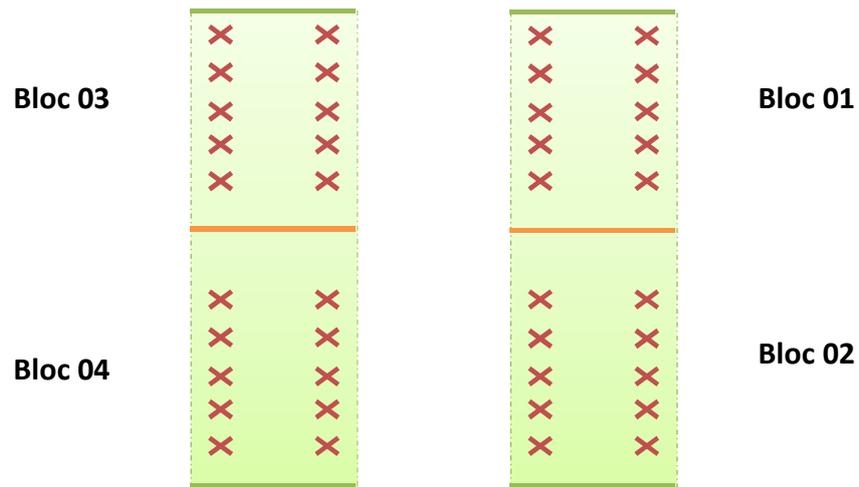


Fig. 20. Dispositif expérimental

3.2. Laboratoire

3.2.1. Composition de l'huile essentielle du thym formulée

L'huile essentielle du thym est composée à 25% de thymol et de carvacrol. Elle est reconnue pour ses effets toxiques sur de nombreux ravageurs. (Fig.22).

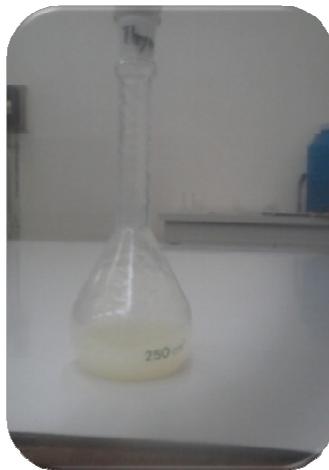


Fig.22. Huile essentielle du thym. (Originale 2013)

3.2.2. Préparation de la dose de jus de lombricompost fermenté

Le jus de lombricompost fermenté est additionné à de l'eau de robinet (10ml/litre). Après agitation et filtration, le filtrat liquide est utilisé pour les différents essais de traitement en tant que biofertilisant et stimulateur des systèmes de défense de la plante. (Fig.23).



Fig.23. jus de lombricompost fermenté après dilution. (Originale 2013)

3.2.3. Préparation de la dose de l'huile essentielle du thym

L'huile essentielle du thym utilisée en tant que bio insecticide contre les chenilles de *T.absoluta* a été diluée à une dose de 5 ml/litre (Fig.24).



Fig.24. Huile essentiel du thym après dilution. (Originale, 2013)

3.2.4. Préparation de la dose du mélange

La dose du traitement mélange a été préparée à partir 10ml de jus de lombricompost fermenté + 5ml d'huile essentielle du thym /2L(Fig.25).



Fig.25. le mélange de jus de lombricompost +Huile essentielle du thym après dilution. (Originale, 2013)

3.3. Application des traitements et préparation

Les traitements par pulvérisation foliaire au jus de lombricompost fermenté et à l'huile essentielle de thym, ainsi que les dénombrements ont été réalisés en deux étapes, afin de les mettre en agitateur mécanique jusqu'à l'obtention d'un produit homogène.

3.3.1. Etape 1 : Effets fertilisant du jus de lombricompost fermenté

Trois applications par pulvérisation foliaire au jus de lombricompost fermenté sont réalisées sur chacun des dix plants du blocs 1, 2 et 3, tous les 21 jours, selon le protocole schématisé sur la Figure 26.

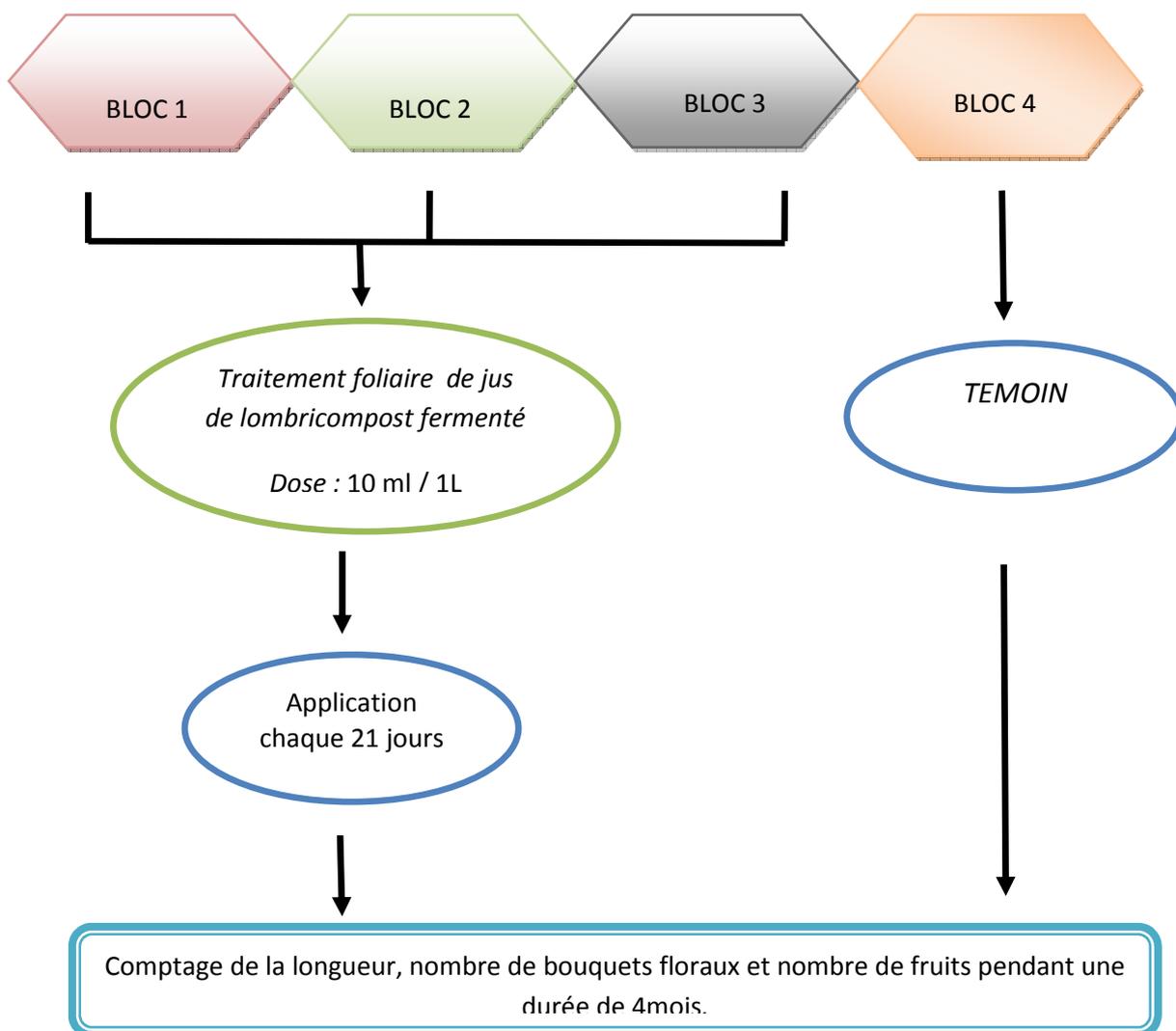


Fig.26. Schéma récapitulatif du suivi de l'effet fertilisant du jus de lombricompost fermenté.

3.3.2 Effets comparés du jus de lombricompost fermenté et de l'huile essentielle du thym et leur synergie

Les traitements des effets comparés du jus de lombricompost fermenté, de l'huile essentielle du thym et de leur synergie sont appliqués selon le protocole reporté sur la figure 28 à partir de l'observation des premières captures de mâles de la mineuse de la tomate par un piège à phéromone sexuelle (Fig.27).



Fig. 27. Piège type delta + capsule à phéromone sexuelle de *Tuta absoluta* (Original, 2013)

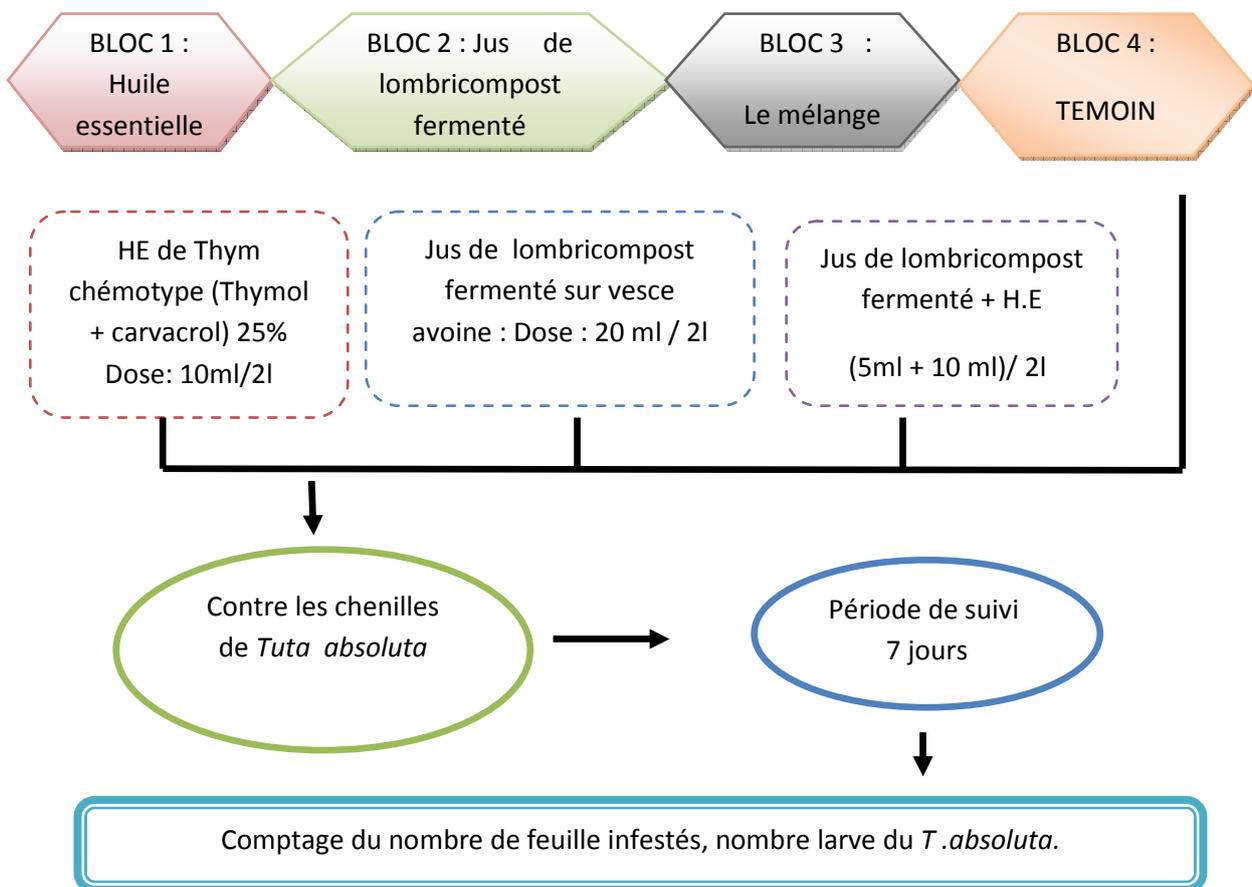


Fig.28. Effets comparés du jus de lombricompost fermenté et huile essentielle du thym et leur synergie

3.4. Calendrier de projet

Les dates de semis, repiquage et celles des différentes applications sont reportées sur le tableau 4 suivant :

Tableau n°4 : Calendrier et suivi des traitements

Traitement		date
Le semis en pépinière		14 /12/2012
Le repiquage en serre		28 /01/2013
1 ^{er} application	Jus de lombricompost fermenté	06/02/2013
2 ^{ème} application	Jus de lombricompost fermenté	28/02/2013
3 ^{ème} application	Jus de lombricompost fermenté	21/03/2013
4 ^{ème} application	Jus de lombricompost fermenté	29/04/2013
	Huile essentielle de thym	
	Mélange synergétique	

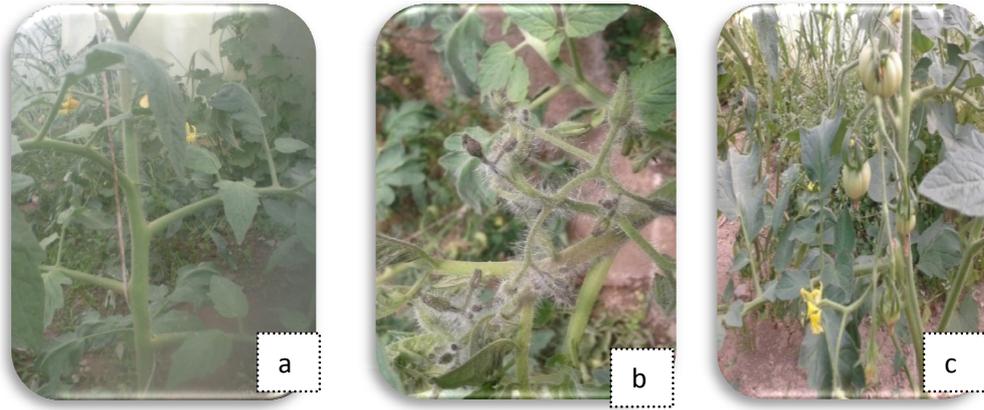
4. Exploitation des résultats

4.1 Estimation des facteurs de production des plants de tomate

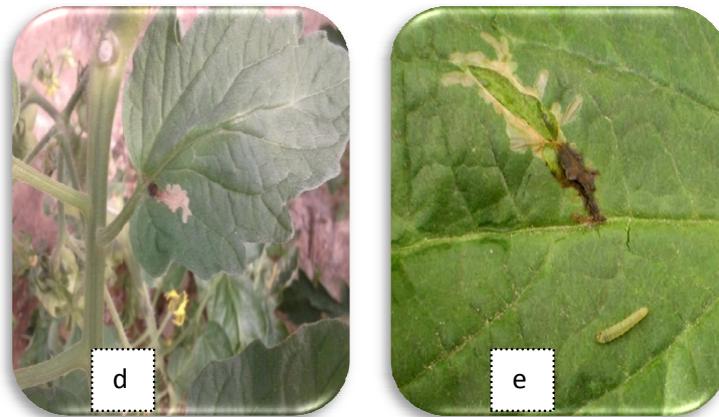
Nous avons suivi les facteurs de production en réalisant des mesures quotidiennes de la longueur des plants (fig. 29a), ainsi que le dénombrement des bouquets floraux (fig. 29b), et des fruits (fig. 29c) par plant soumis au traitement bio fertilisant.

4.2 Estimation de l'état phytosanitaire des plants de tomate

Nous avons réalisé sur chacun des plants le dénombrement des feuilles infestées (Figure 29d) et le nombre de larves (Figure 29e) sous l'effet des différents traitements.



Croissance journalière des plantes(a), nombre de bouquets floraux(b) et nombre de fruits(c).



Nombre de feuilles infestés (d) et larves (e)

Fig. 29: Facteurs de production (a, b et c) et état phytosanitaire des plants de tomate (d et e). (Originale 2013)

5. Analyses statistiques

Les analyses ont porté sur les opérations ci-après :

5.1. Evaluation temporelle des facteurs de production et d'infestation

Les résultats présentés sous forme de courbes, réalisées par un logiciel Excel représentent les valeurs moyennes obtenues dans cette étude.

5.2. Analyse de variance (SYSTAT vers. 12, SPSS 2009)

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Ainsi, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 3 catégories.

5.3 Analyse multivariée (PAST vers. 1.37)

Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.C.P.). Ainsi, nous avons analysé globalement les variables qui sont corrélées entre elles (le nombre de feuilles infestées et les mines occupées), ainsi que la longueur des plants, le nombre de bouquets floraux, de fleurs fertiles (fruits) en fonction du temps et du mode de traitement. A partir des coordonnées des variables et des facteurs dans les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales, une classification ascendante hiérarchique est réalisée dans le but de détecter les groupes corrélés à partir des mesures de similarité calculées à travers des distances euclidiennes entre les coordonnées des variables quantitatives étudiées.

Chapitre II : Résultats

Les résultats de l'étude relative à l'effet fertilisant et stimulateur des systèmes de défense chez la tomate d'un jus de lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine, ainsi que celui d'une huile essentielle complète de thym et de l'effet combiné de leur mélange, afin de vérifier l'existence possible d'un synergisme entre les deux substances, sont présentés dans ce chapitre.

1. Effet du jus de lombricompost fermenté sur les paramètres de production

1.1 Effet temporel

Les résultats reportés graphiquement sur la figure 30 présentent l'évolution temporelle de la croissance journalière des plants de tomate (a), du nombre de bouquets floraux (b) et du nombre de fruits (c) sous l'effet d'un jus de lombricompost fermenté.

1.1.1 Sur la croissance des plants

La croissance journalière des plants (Fig. 30 a) est plus importante chez les plants traités, et commence à se différencier de celle des témoins non traités à partir du deuxième apport du fertilisant.

1.1.2 Sur le nombre de bouquets floraux

Le nombre de bouquets floraux est plus important sur les plants traités (Fig. 30 b), et commencent à apparaître dès le premier apport de fertilisant, plus précocement que ceux des plants témoins non traités, dont l'apparition est observée après le deuxième apport.

1.1.3. Sur le nombre de fruits

La fructification (Fig. 30 c) commence en même temps sur les plants traités et témoins. Cependant, elle augmente et devient plus importante sur les plants fertilisés que sur les témoins avec l'augmentation du nombre d'apport de fertilisant.

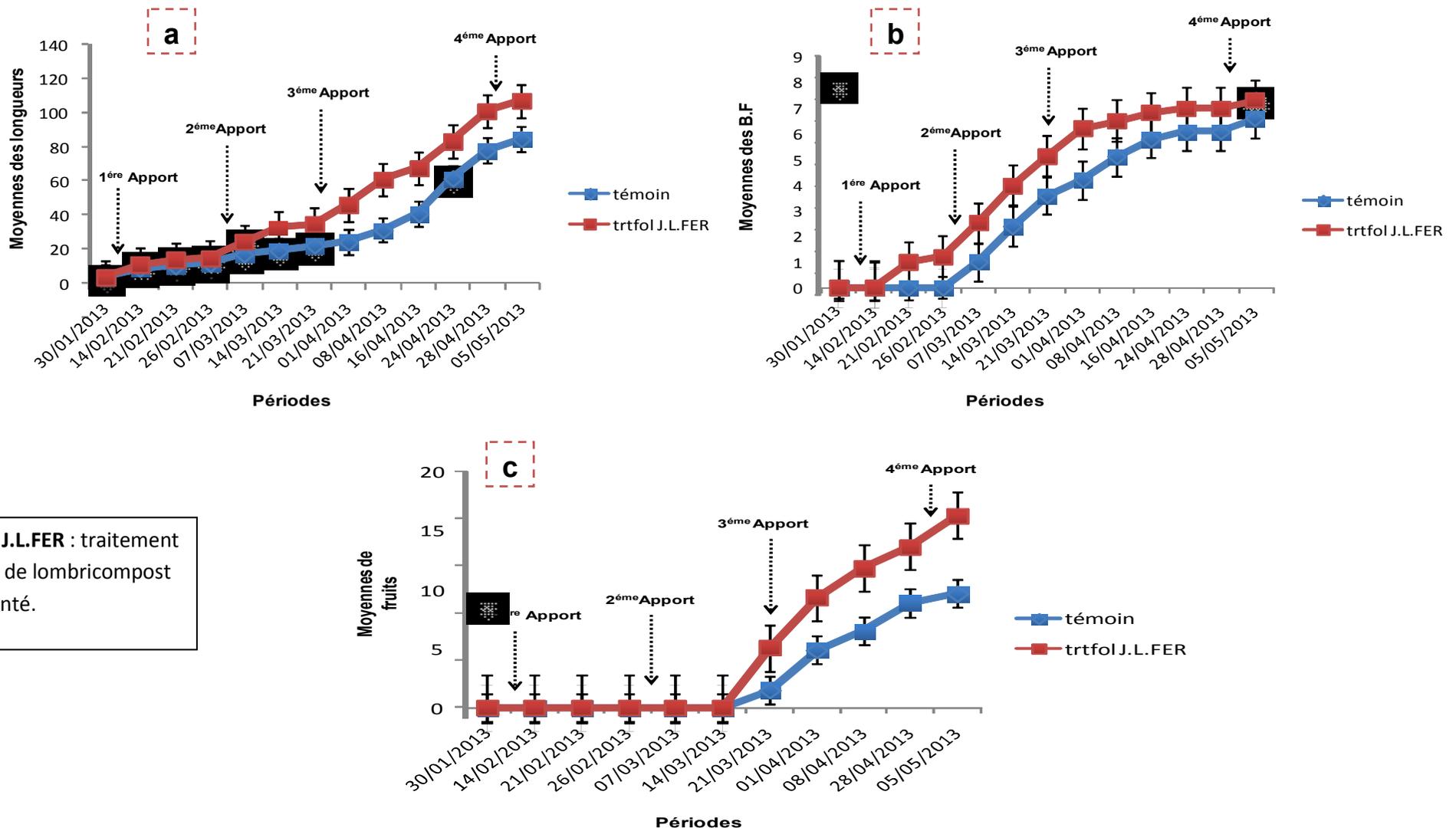


Figure 30: Evolution temporelle des paramètres de production de la tomate sur la longueur (a), sur les bouquets floraux(b) et sur les fruits(c) sous l'effet du traitement.

1.2 Evaluation de l'effet fertilisant sur les paramètres de production

L'analyse en composantes principales, effectuée avec le logiciel PASTE, à partir des résultats, montre un effet temporel très différent du jus de lombricompost fermenté sur vesce avoine sur les paramètres de production (Fig. 31 a, b et c) de la tomate par rapport à celui des plants témoins. L'analyse est satisfaisante pour les paramètres étudiés dans la mesure où plus de 80% de leur variance sont exprimés sur les 2 premiers axes.

1.2.1. Sur la croissance journalière des plants

La projection des vecteurs à travers le premier axe « 1 » (98,92%), montre que la croissance journalière des plants (Fig. 31 a) traités au jus de lombricompost fermenté est plus importante par rapport à celle des plants témoins. Par contre, la projection des nuages des points à travers le deuxième axe « 2 » (1,0801%), montre que la croissance journalière est importante après la deuxième semaine qui suit le 3ème apport foliaire de fertilisant.

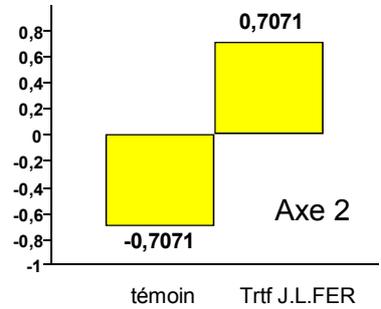
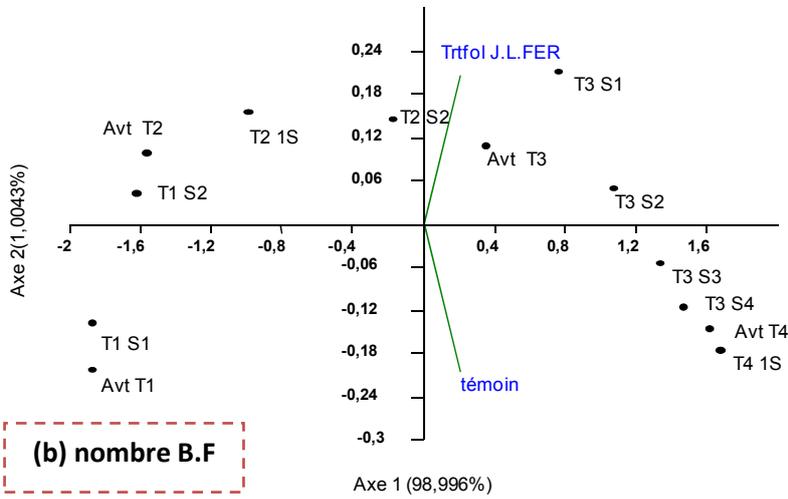
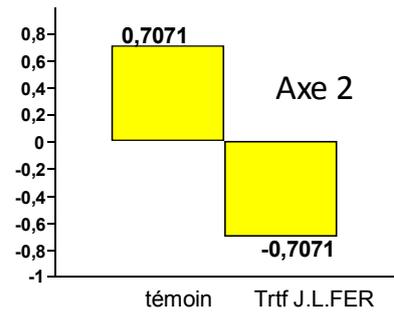
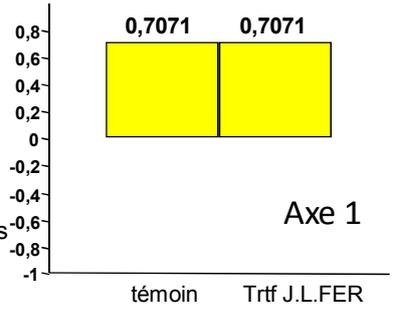
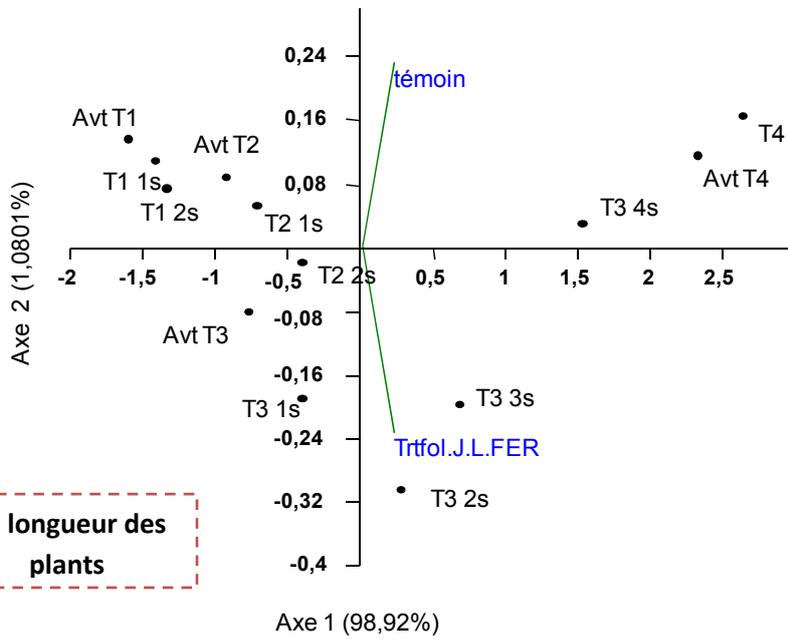
1.2.2 Sur le nombre de bouquets floraux

La projection des vecteurs à travers le premier axe « 1 » (98,996%), montre que le nombre de bouquets floraux (Fig. 31b) est plus important sur les plants traités au jus de lombricompost fermenté. La projection des nuages des points à travers le deuxième axe « 2 » (1,0043%), montre que la croissance journalière est très appréciable au delà de la 3ème application du traitement.

1.2.3 Sur le nombre de fruits

La projection des vecteurs à travers le premier axe « 1 » (99,447%), montre que le nombre de fruits (Fig. 31c) est très important sous l'effet du traitement jus de lombricompost fermenté, par rapport au témoin. La projection des nuages des points à travers le deuxième axe « 2 » (1,7714%), montre que la production de tomate est très appréciable au delà de la 3ème application du traitement.

(a) longueur des plants



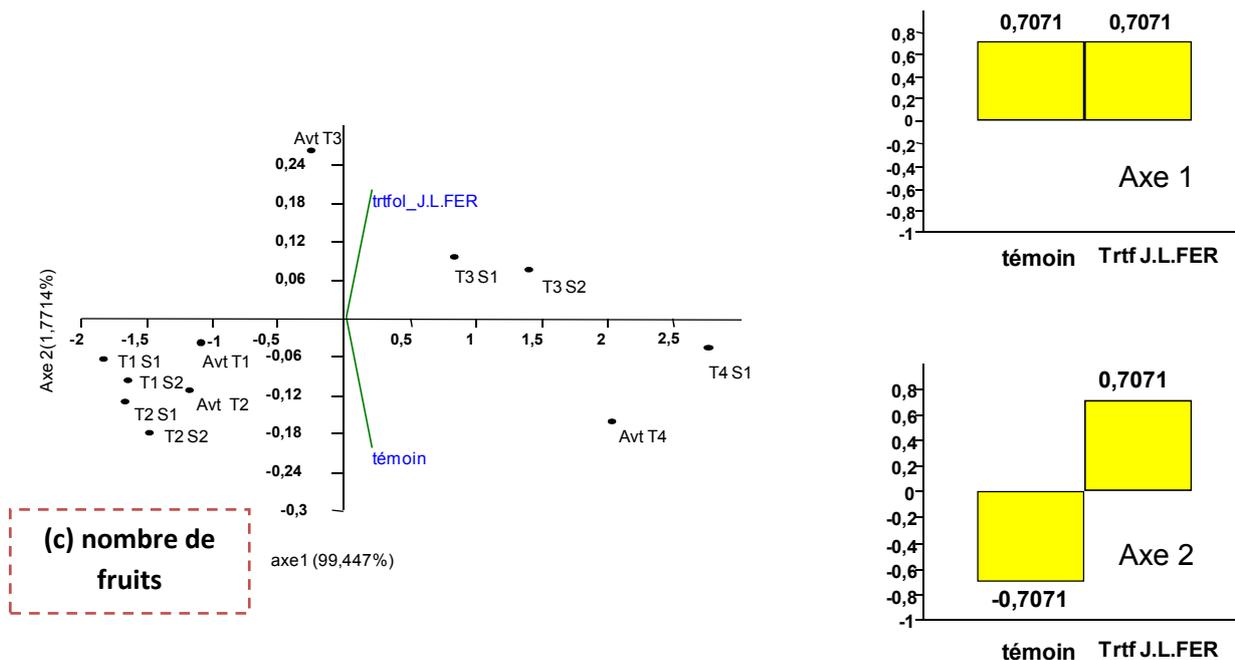


Figure 31 : Evaluation de l'effet de traitement sur les paramètres de production de la tomate (a,b et c).

1.3 Etude comparée de l'effet du traitement sur les paramètres de production de la tomate

Le modèle G.L.M. a été appliqué dans le but d'évaluer l'effet strict du traitement jus de lombricompost fermenté sur les paramètres de production de la tomate.

1.3.1 Sur la croissance journalière des plants

Les résultats reportés graphiquement sur la figure 32 (a, b), montrent que la croissance des plants augmente d'une façon très significative selon les périodes (F-ratio=363,762, $p=0,000$, $p<1\%$) (Fig.32 a), et les traitements (F-ratio=240,110, $p=0,000$, $p<1\%$) (Fig.32 b). En effet, la croissance journalière est beaucoup plus importante pour les plants traités par pulvérisation foliaire du jus de lombricompost fermenté que celle des témoins (Fig.32.b).

1.3.2 Sur le nombre de bouquets floraux

Les résultats reportés graphiquement sur la figure 32(c,d) montrent une augmentation temporelle très significative du nombre de bouquets floraux (F-ratio=927,763, $p=0,000$, $p<1\%$) selon les périodes (Fig.32 c) et que les plants ayant subi une pulvérisation foliaire de jus de lombricompost fermenté développent un nombre plus important de bouquets floraux que ceux des plants témoins (Fig. 32 d), puisque les résultats de l'analyse de la variance montrent une différence hautement significative selon les traitements (F-ratio=914,560, $p=0,000$, $p<1\%$).

1.3.3 Sur le nombre de fruits

L'analyse des résultats du nombre de fruits (Fig.32 e,f) montre qu'il existe une différence très significative selon les périodes (F-ratio=145,259, $p=0,000$, $p<1\%$) (Fig.32.e) et selon les traitements (F-ratio=69,373, $p=0,001$, $p<1\%$) (Fig.32.f).

Les résultats reportés graphiquement montrent une augmentation temporelle du nombre de fruits (Fig.32.e), qui est beaucoup plus importante pour les plants traités par pulvérisation foliaire que celle des témoins (Fig.32.f).

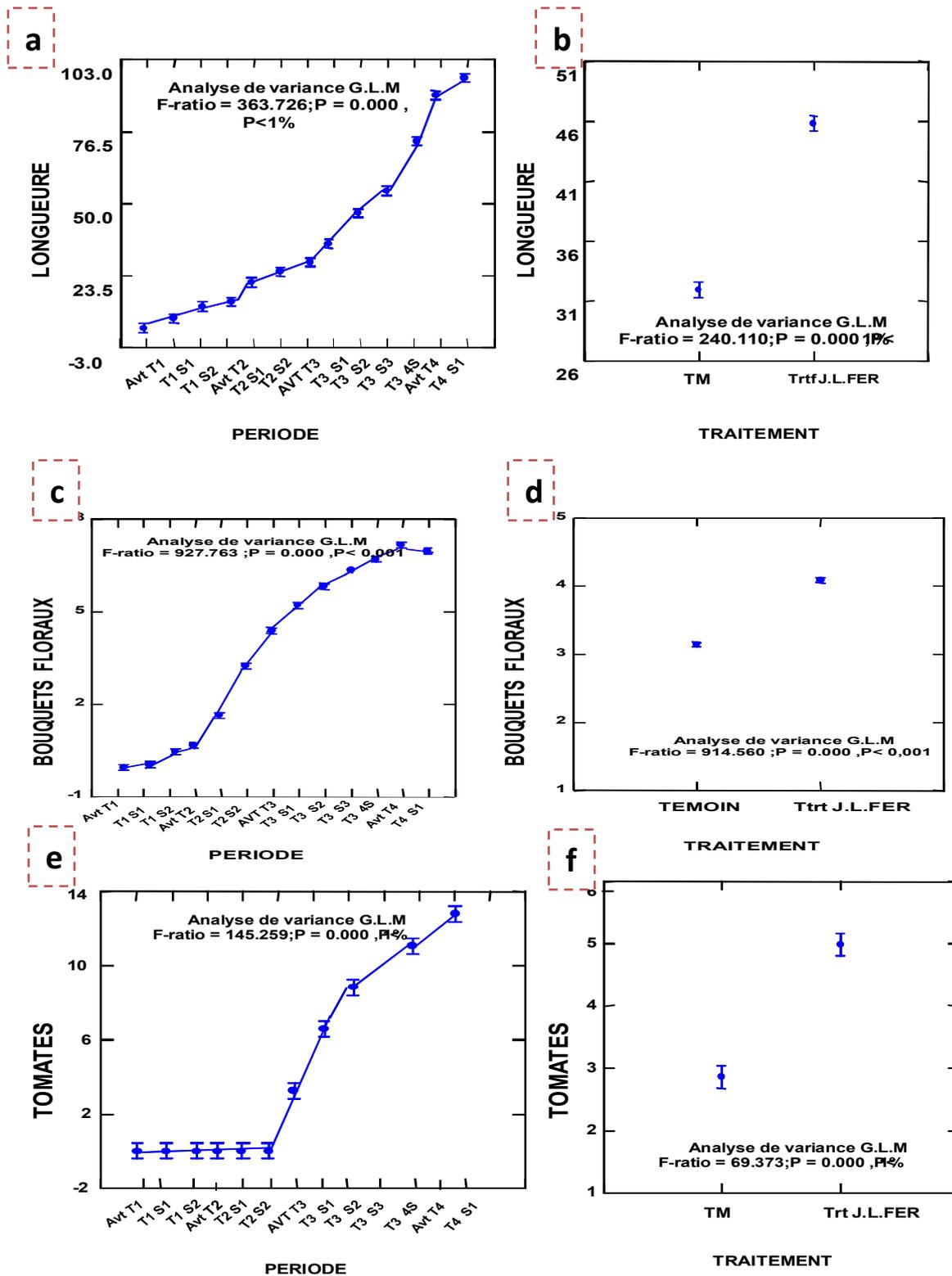


Figure 32: Etude comparée des traitements sur les paramètres de production de la tomate (a, b), la longueur et (c, d) les bouquets floraux et (e,f) les fruits.

2. Effet comparé des différents traitements sur les infestations de la mineuse de la tomate

Nous traiterons dans cette partie les résultats obtenus des différents traitements par pulvérisation foliaire de jus de lombricompost fermenté, d'huile essentielle complète de thym, ainsi que de leur mélange sur les infestations foliaires et les larves de la mineuse de tomate, *Tuta absoluta*

2.1 Evolution temporelle

La figure 33 présente l'évolution temporelle du nombre de feuilles infestées (a) et les larves (b) de *T. absoluta* sous l'effet des traitements apportés.

2.1.1 Sur infestations foliaires

Les résultats des traitements reportés graphiquement sur la figure 33 a, montrent que les plants ayant subit les différents traitements présentent des infestations foliaires moins importantes que celles des témoins non traités, et restent constantes jusqu'au septième jour après le traitement, à l'exception de ceux du traitement mélange dont les infestations commencent à augmenter après le quatrième jour du traitement. De même, les plants traités au jus de lombricompost fermenté sont les moins infestés que ceux du mélange et de l'huile essentielle de thym dont les plants sont les plus infestés.

2.1.2 Sur les larves

Les résultats des différents traitements reportés sur la figure 33.b, montrent que le nombre de larves varie selon le type de traitement, mais reste plus important dans le cas de témoin. Ainsi, les infestations larvaires diminuent et finissent par disparaître pour le traitement foliaire jus de lombricompost fermenté et huile essentielle du thym, par rapport au mélange dont les populations en larves restent faibles.

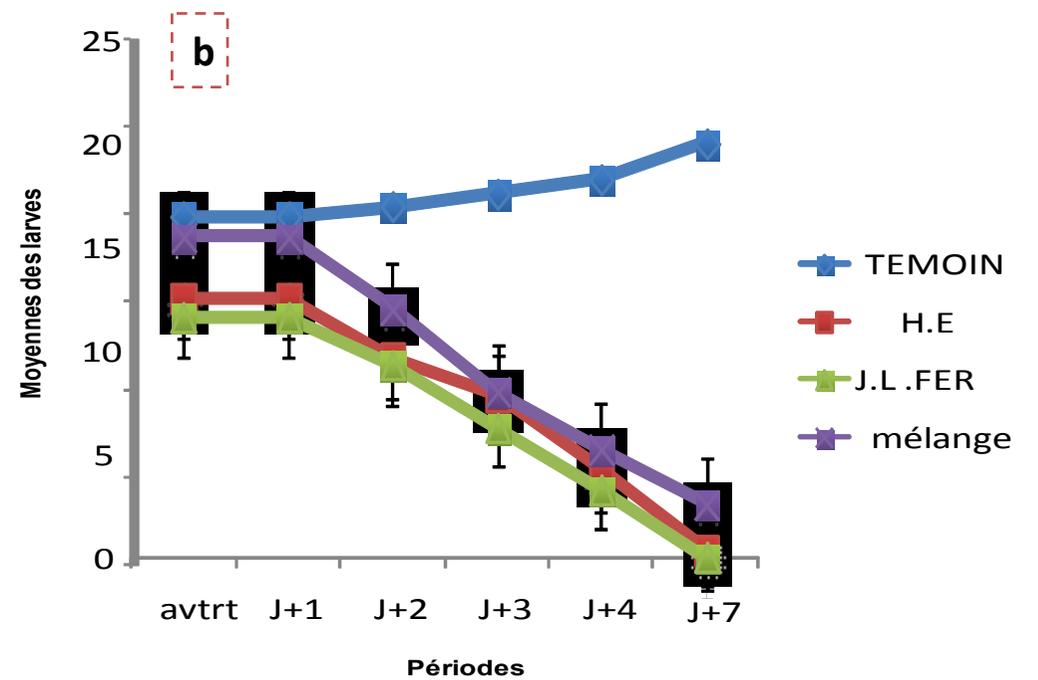
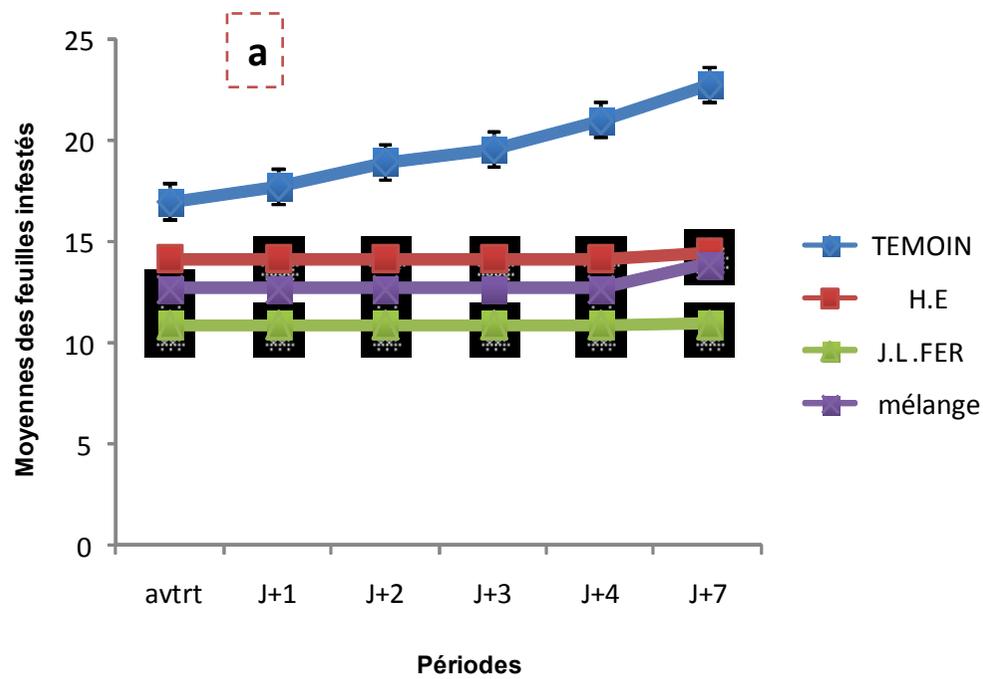


Figure 33: Evolution temporelle des infestations (a) et des larves de *T. absoluta* (b) sous l'effet des différents traitements.

H.E : Huile essentielle **avtrt :** avant traitement
J.L.FER : jus de lombricompost fermenté

2.2. Evaluation de l'effet des traitements sur les infestations de la mineuse de la tomate

L'Analyse en Composantes Principales (A.C.P.) appliquée sur le nombre de feuilles infestées et les larves de *T. absoluta* est satisfaisante dans la mesure où plus de 80 % de la variance est exprimée sur les 2 premiers axes. D'une manière générale, la projection des résultats montre que l'ensemble des traitements ont un effet tardif sur les populations de *T. absoluta* (Figure 34).

2.2.1 Sur les infestations foliaires

La projection des variables par l'axe 1 (90,814%) (Figure 34a) montre que l'effet du jus de lombricompost fermenté, huile essentielle du thym et du mélange se rapproche et se distingue de celui du témoin avec une corrélation positive entre les trois traitements.

L'axe 2 (9,183%) désigne l'effet des différents traitements sur les feuilles infestées. Il montre une certaine efficacité jusqu'au 7^{ème} jour.

2.2.2 Sur le nombre de larves

La projection des résultats à travers l'axe 1 (98,492%) montre que l'effet du jus de lombricompost fermenté, huile essentielle du thym et leur mélange présente une corrélation positive, et se distingue par rapport au témoin.

A l'opposé de ce axe, la projection des résultats à travers l'axe 2 (1,3685%) montre que l'effet du jus de lombricompost fermenté, de l'huile essentielle et du mélange a lieu à partir de 2^{ème} jour qui suit les traitements (Fig 34.b).

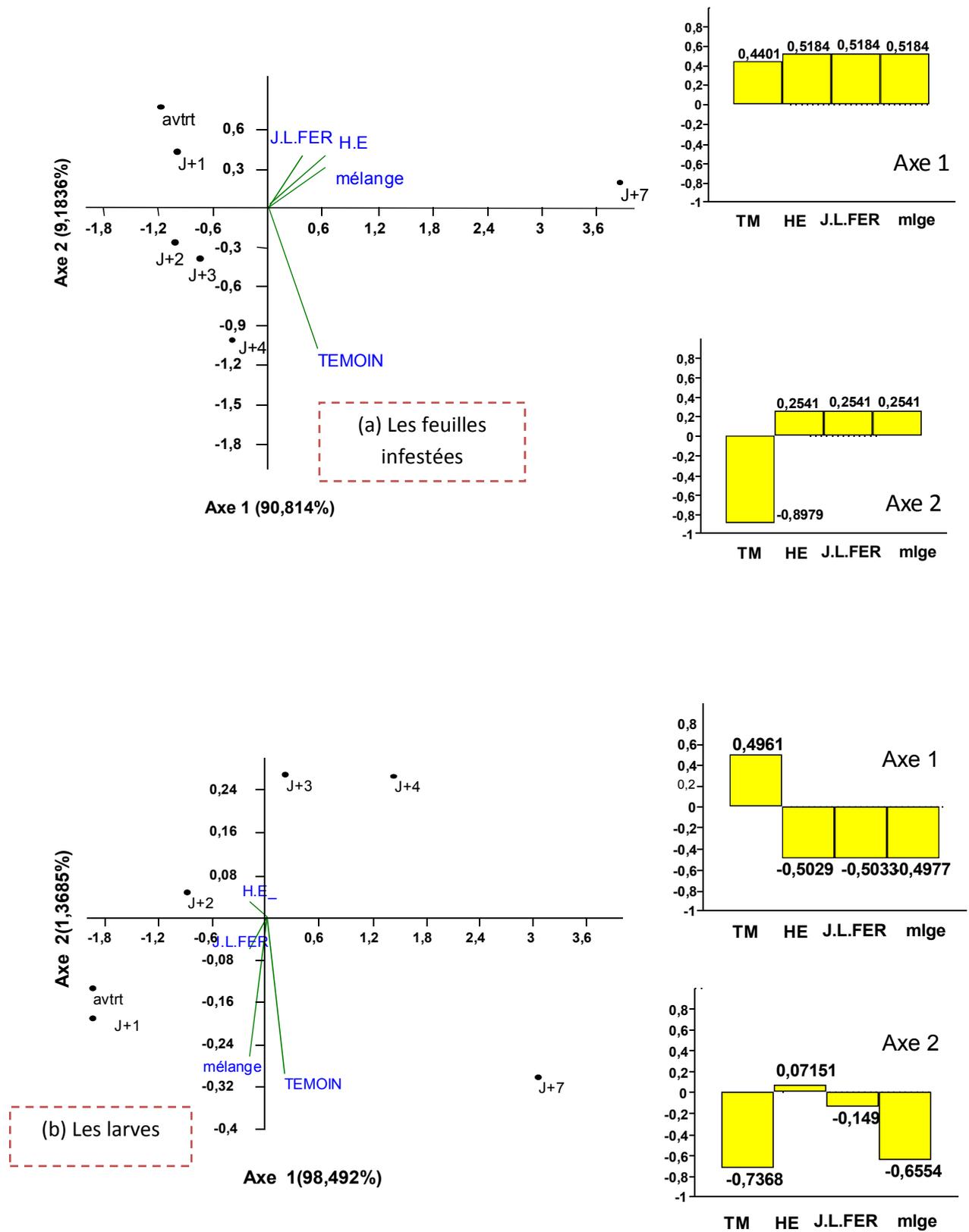


Figure 34 : Evaluation de l'effet des traitements sur les infestations foliaires (a) et les larves de *Tuta absoluta* (b).

2.3. Evaluation de l'effet comparé des traitements sur les infestations de la mineuse de la tomate

Le modèle G.L.M. a été appliqué pour évaluer l'effet strict du facteur traitement et du facteur temps (période de l'essai). L'ensemble des résultats sont consignés dans la (Fig. 35).

2.3.1 Etude comparée des infestations sous l'effet des différents traitements

Les résultats de l'analyse de l'importance des infestations foliaires sous l'effet des périodes et traitements, montrent qu'il n'existe pas de différence significative selon les périodes ($F\text{-ratio}=1,108$, $p=0,357$, $p>5\%$) (Fig.35.a), Par contre, nous remarquons l'existence d'une différence très significative selon le mode de traitement

($F\text{-ratio}=50,392$, $p=0,000$, $p<1\%$), (Fig.35b).

Les résultats reportés graphiquement sur la figure (35.a) montrent une augmentation temporelle du nombre de feuilles infestées, qui est plus importante sur les plants témoins que sur ceux traités, ainsi les plants traités par pulvérisation foliaire de jus de lombricompost fermenté sont les moins infestés par rapport à ceux traités par l'huile essentielle et le mélange. (Fig.35.b)

2.3.2 Etude comparée du nombre de larves sous l'effet des différents traitements et périodes

Les résultats de l'analyse de l'importance de nombre des larves selon les périodes et traitements, montrent qu'il existe une différence très significative selon les périodes ($F\text{-ratio}=21,055$, $p=0,000$, $p<1\%$), (Fig.35c) et selon le mode de traitement ($F\text{-ratio}=65,891$, $p=0,000$, $p<1\%$) (Fig.35d).

Les résultats reportés graphiquement sur la figure 35 montrent une diminution temporelle du nombre de larves (Fig.35.c), et que le nombre des

larves est plus faible pour les plants traités par rapport aux témoins non traités.

Ainsi, les plants traités par jus de lombricompost et huile essentielle du thym sont les moins infestés par les larves par rapport au mélange (Fig.35.d).

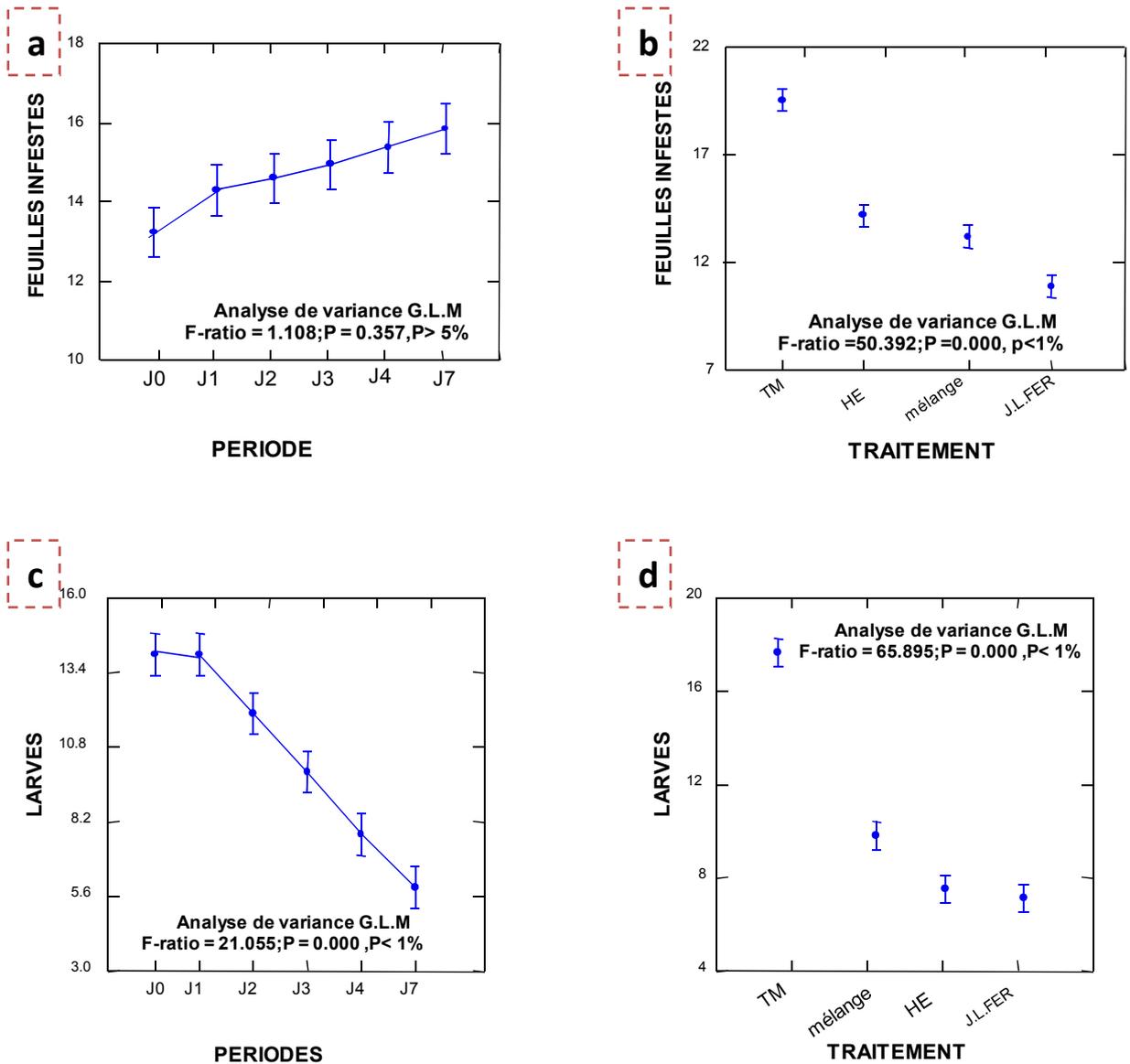


Figure 35 : Etude comparée des traitements sur les feuilles infestées (a,b) et les larves de *T. absoluta* (c,d).

Chapitre III : Discussions

L'agriculture commerciale, jusqu'à ces jours, vise l'augmentation de la production agricole par l'utilisation intensive des fertilisants et pesticides de synthèse, afin de pouvoir répondre aux besoins de plus en plus importants d'une population croissante, sans se soucier des problèmes de résidus, de la préservation des milieux et de la santé humaine. Actuellement, les spécialistes se penchent sur la recherche d'une agriculture plus raisonnée, permettant l'amélioration qualitative et quantitative de la production, tout en préservant la biosphère en développant de nouvelles techniques par l'utilisation de substances naturelles à effets fertilisant, stimulateur des systèmes de défense des plantes et/ou pesticides.

Ainsi, les résultats des essais menés par l'utilisation foliaire d'un jus de lombricompost fermenté sur substrat solide de vesce avoine en condition d'aérobic sur les paramètres de production d'une culture de tomate, ainsi que son effet phytosanitaire comparé à celui d'une huile essentielle complète de thym et de leur mélange afin de vérifier leur effet synergique (Fig.36), nous ont permis de dégager les hypothèses, les conclusions et les perspectives suivantes.

1. Effets du jus de lombricompost fermenté sur vesce-avoine sur les paramètres de production :

Les résultats obtenus montrent que les différents apports de jus de lombricompost fermenté sur substrat solide de poudre vesce-avoine humidifiée, en condition aérobie, stimule aussi bien la croissance, le nombre de bouquets floraux que la fructification par rapport au témoin non traité. De même, les résultats de l'analyse des composantes essentielles et les coefficients de corrélations montrent que la croissance des plants et le nombre de fruits commencent à se différencier entre les plants non traités et ceux traités respectivement à partir de la 1^{ère} et 2^{ème} semaine qui suivent le troisième traitement. De même, les résultats de l'étude GLM montrent que la

croissance des plants et le nombre de fruits sont plus importants chez les plants traités. En effet, la stimulation de la croissance, la précocité et l'augmentation du nombre de bouquets floraux et de fruits par les traitements foliaires de jus de lombricompost fermenté sur poudre de vesce-avoine peuvent être attribués d'une part à l'effet du biofertilisant, qui par sa composition déjà riche en nutriments minéraux solubles, acides organiques et en régulateurs de croissance dont les effets sur les plantes sont renforcés par le processus de la fermentation sur poudre de vesce avoine, permet par des mécanismes biologique et chimique d'enrichir la composition chimique et hormonale du complexe. En effet, Tiwari et al., (1989) montrent que le jus de lombricompost fermenté contient des enzymes comme l'amylase, la lipase, la cellulase et la chitinase, qui contribuent à la décomposition du substrat, la matière organique cellulosique pour libérer les nutriments et les rendre disponibles aux plantes. De même, Anonyme (2002), précise que ce biofertilisant fermenté est riche en *vitamines B et E qui interviennent et jouent un rôle essentiel dans la croissance et la floraison des plantes.*

De nombreuses études montrent que le jus de lombricompost fermenté, utilisé comme amendement par pulvérisations foliaires, favorise la croissance végétative (Tejada et al. 2006), stimule l'apparition des pousses (Edwards et al., 2004) , la floraison des plantes, l'augmentation du nombre et de la biomasse des fleurs (Atiyeh et al, 2002; Arancon et al, 2008), ainsi que le rendement en fruits (Atiyeh et al, 2000; Arancon et al,2004; Singh et al, 2008) et la qualité nutritionnelle des plants de tomate (Gutierrez-Miceli et al., 2007). De ce fait, il constitue une alternative prometteuse aux engrais minéraux dans la croissance des plantes, étant riche en éléments nutritifs, qui peuvent influencer la croissance et la production des plantes par l'intermédiaire des mécanismes biologique et chimique. Il constitue une source de macro-et micronutriments présents dans les formes inorganiques, facilement disponibles pour les plantes, (Chaoui et al., 2003), telles que le nitrate(N), le phosphate(P), le potassium (K), le magnésium (Mg) et le calcium(Ca) nécessaires à la croissance des plantes (Anonyme 2002) ,ainsi que de nombreuses hormones de croissance, telles que les auxines, cytokinines et

les gibbérellines, hormones qui induisent la floraison, comme le montrent Sinha et al, (2009) par les travaux de Neilson (1965) et Tomati et al (1988).

2. Effets comparés du jus de lombricompost fermenté sur vesce-avoine, de l'huile essentielle du thym et de leur effet synergique sur les infestations de la mineuse de la tomate.

Les résultats de l'étude montrent une augmentation temporelle du nombre de feuilles infestées, toutefois elles sont les moins importantes respectivement pour les plants ayant subi une pulvérisation foliaire de jus de lombricompost fermenté sur poudre de vesce avoine, que ceux traités au mélange et à l'huile essentielle de thym par rapport au témoin. Par ailleurs, les infestations larvaires temporelles diminuent sous l'effet des différents traitements. Cependant, ce sont les plants traités au jus de lombricompost fermenté sur poudre de vesce avoine et à l'huile essentielle de thym qui sont les moins infestés par les larves par rapport aux plants traités au mélange et au témoin, dont les infestations larvaires sont les plus importantes.

Il ressort de ces résultats que le jus de lombricompost fermenté déclenche chez la plante infestée un processus de défense naturelle ou de résistance induite. Ceci peut s'expliquer par l'induction soit d'un phénomène de non appétence ou de toxicité des nutriments envers les larves et peut -être l'émission de stimulus chimique répulsif envers les larves et les femelles pondueuses qui peuvent justifier la diminution aussi bien des infestations foliaires que larvaires.

De nombreux études ont pu démontrer ces dernières années la capacité du lombricompost et de son jus à protéger les plantes contre divers parasites et maladies en les repoussant, ou en induisant une résistance biologique ou en les tuant par l'action pesticide (Arancon *et al*, 2002b ;Arancon *et al*, 2005a ;Compant *et al*, 2005 ;Wang *et al*, 2007 ;Elmer, 2009 et Jack, 2010). Munroe (2007) rapporte que George Hahn, un producteur californien de

lombricompost, affirme que son produit repousse de nombreux insectes nuisibles différents, et produit une chitinase, qui détruit la chitine cuticulaire des insectes.

Les résultats de cette étude démontrent bien l'intérêt du jus de lombricompost fermenté sur vesce avoine comme biofertilisant et biostimulateur de défense envers les larves mineuses de la tomate.

Concernant les plants traités par pulvérisation foliaire à base d'huile essentielle complète de thym ceux-ci présentent un nombre de feuilles infestées légèrement supérieur à ceux traités avec le mélange, mais inférieur par rapport au témoin dont le nombre de feuille infestée est le plus important. L'huile essentielle possède également un effet sur les infestations larvaires, au même titre que le jus de lombricompost fermenté sur vesce avoine, et peut être donc préconisée comme biocide dans la lutte contre la mineuse de la tomate. En effet, il ressort d'après les nombreuses études réalisées que l'huile essentielle de thym exerce une forte activité insecticide sur les larves de *Tuta absoluta*. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Hamoudi (2000), EL- Guedoui (2003), Maafi (2005) qui ont relevé des mortalités élevées dans les populations *Rhyzopertha dominica* traitées par l'huile essentielle de thym. Aljabr (2006) a aussi mis en évidence l'effet toxique de *Thymus vulgaris* et *Mentha viridis* sur *Orzeaphilus surinamensis* et *Tribolium castaneum*. De même, Baba Aissa (2011) a enregistré une forte toxicité de l'huile essentielle de thym sur les larves de *Tuta absoluta*. Enfin, Soylyu et al., en (2005), ont prouvé par leurs travaux que plus les teneurs en phénols (carvacrol et thymol) sont élevées, plus les huiles essentielles sont efficaces, et ont un large spectre d'activité sur les moisissures, les champignons filamenteux et les insectes.

Les résultats portant sur l'étude de l'effet du mélange part par part de jus de lombricompost fermenté sur vesce avoine et d'huile essentielle complète de thym sur les infestations larvaires montrent que les deux biocides ne présentent pas de pouvoir synergique, du fait que ce traitement s'avère le moins efficace. Ce résultat peut être induit comme le montrent Soylyu et al., en 2005, à la teneur en phénols (carvacrol et thymol) élevée de l'huile essentielle

de thym complète qui a détruit les microorganismes de synthèse des enzymes chitinases produit par le jus de lombricompost fermenté sur vesce avoine, responsables de la toxicité et la mortalité des larves de la mineuse de la tomate, ou à la perturbation ou modification du mécanisme métabolique de stimulation des systèmes de défense de la plante induit par les substances secrétées par le jus de lombricompost fermenté sur vesce -avoine?

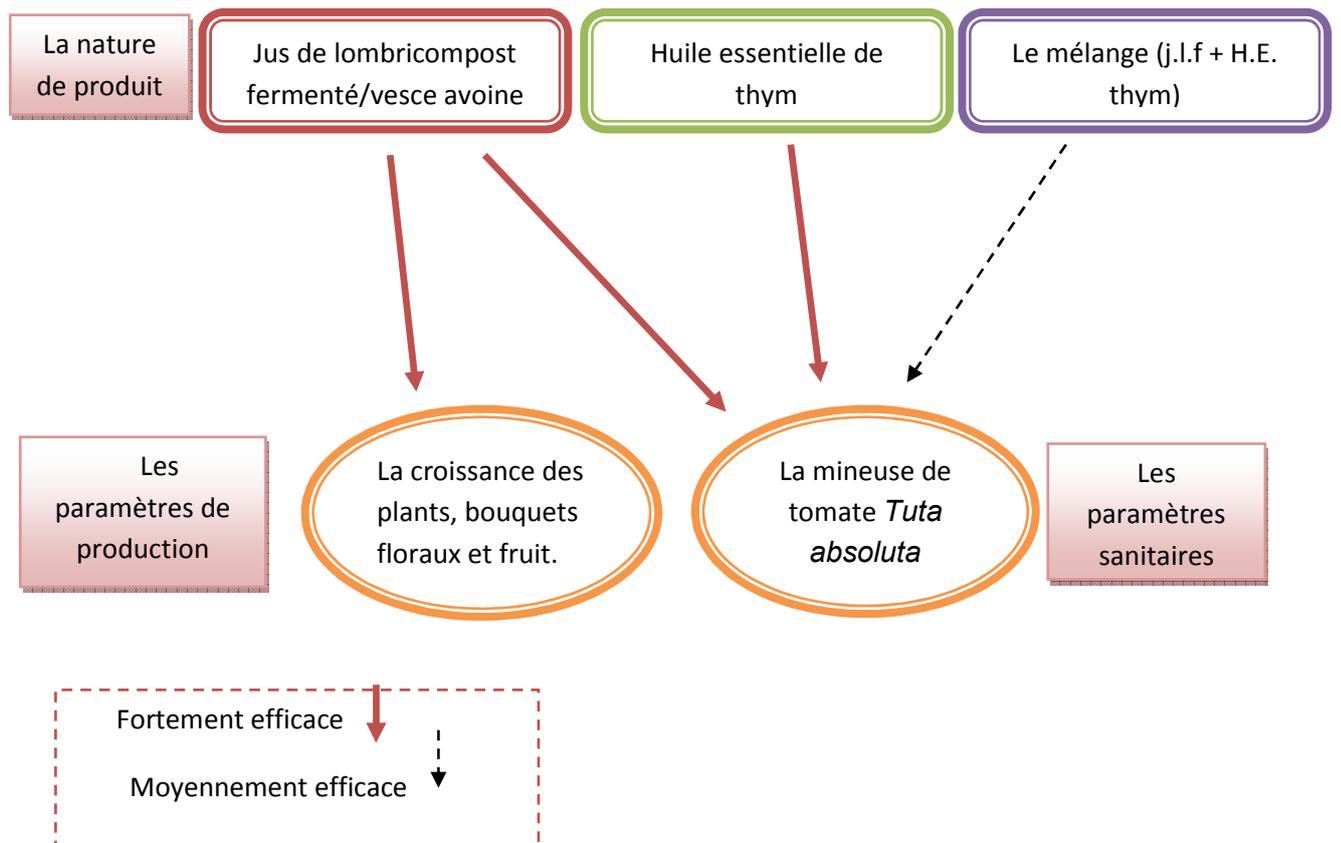


Fig. 36. Schéma récapitulatif de toute l'étude.

Chapitre VI : Conclusion et perspectives

La recherche des produits biologiques s'inscrit, de nos jours, dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences de la santé du consommateur et à l'impératif de préserver l'environnement. C'est ainsi que ces dernières années, la législation de plusieurs pays est devenue de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, notamment dans le domaine agricole.

Les instances internationales comme l'Organisation Mondiale de la Santé ont interdit l'usage de certains produits insecticides synthétisés chimiquement comme les organochlorés qui se sont avérés toxiques pour la santé humaine et polluants pour l'environnement.

Au terme de ce travail, consacré essentiellement à l'étude de l'effet biocide d'un lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine, d'une huile essentielle complète de thym et de vérifier l'existence d'un effet synergique entre les deux substances par pulvérisation foliaire sur les infestations larvaires de la mineuse de la tomate, ainsi que l'impact sur les facteurs de production de la culture d'un amendement foliaire de lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine , nous avons dégagé les principaux résultats auxquels nous avons aboutis.

Les résultats relatifs à l'utilisation foliaire du jus de lombricompost fermenté sur substrat de vesce avoine pulvérisé sur les facteurs de production des plants de tomate font ressortir qu'il stimule la croissance des plants, la production des bouquets floraux et des fruits. En plus de son action fertilisante, il s'avère être un moyen de stimulation des systèmes de défense de la plante dans le cadre des programmes de lutte, au même titre que l'huile essentielle complète de thym contre les infestations larvaires de *Tuta absoluta*.

Cependant, les mécanismes d'action de ces substances naturelles restent peu connus sur les plantes et les bioagresseurs.

En effet, il serait intéressant d'évaluer l'effet et les processus métaboliques du jus de lombricompost fermenté, en sa qualité de biofertilisant, sur tous les paramètres de production de la culture, depuis le semis jusqu'à la phase de maturation des fruits.

Il est important, aussi, de connaître son effet et celui de l'huile essentielle de thym, en tant que biocides, sur le ravageur pendant sa phase larvaire, sur le comportement de ponte des femelles et l'éclosion des œufs.

Enfin, il faudrait également déterminer les causes du manque de synergisme à l'efficacité du mélange des deux molécules bioactives.

La réponse à ces questionnements passe nécessairement par des études plus poussées de la part des spécialistes concernés et par une coordination et un échange d'informations sur les expériences menées ainsi que les résultats obtenus.

Références bibliographiques

001. **Aljabr A.M. 2006**-Toxicity and Repellency of seven plant Essential oils to *Oryzeaphilus surinamensis*.
002. **Anonyme 2002** - Ecofarm and Garden , thé de composte oxygen.
003. **Anonyme 2006**- bio-recalcitrant organics removal by adsorption and ozonation water science and technologie.vol 60(n°11).
004. **Anonyme, 2008a**-*Tuta absoluta* (Meyrick). FREDON Corse– Teghia BP15– 20117 CAURO.
005. **Anonyme, 2008b**- *Lutte contre la mineuse de la tomate stratégie et moyen*, Ed INPV, Alger, 15p.
006. **Anonyme, 2010a**- Evolution de la production de la tomate.
007. **Anonyme 2010b**- Mineuse de la Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) .
008. **Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J., Lee, S., Welch, C. 2002**- Applications of vermicomposts to tomatoes and peppers grown in the field and strawberries grown unger high plastic tunnels. Proceedings of the International Earthworm Symposium, Cardiff Wales.
009. **Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P. 2005**- Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology. 97, 831-840.
010. **Arancon, N.Q., Edwards CA, Atiyeh RM, Metzger JD 2004**- Effects of vermicomposts produced from food waste on greenhouse peppers. Bioresource Technology, 93: 139-144.
011. **Arancon, N .; Edwards, C.A.; Bierman, P,M., James D. and Lucht, C. 2008**- Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, August 2005, vol. 49, no. 4, p. 297-306.
012. **Atiyeh, R.M., Dominguez, J., Subler S., Edwards, C.A. 2000**- Chnages in biochemical properties of cow manure processed by earthworms (*Eisenia andreei*) and theirBeffects on plant-growth. *Pedobiologia*. 44: 709-724.
013. **Atiyeh, R.M, Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Metzger J.D.et Shuster W., 2002** - Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural

container media and soil», *Pedo biologia*, no 44, p. 579-590. *Biocycle*. 2001 - Vermicompost as Insect Repellent, p. 19.

014. **Attouf r., 2008** - La mineuse de la tomate, *tuta absoluta* une nouvelle menace pour les cultures maraîchères. Ed. Biobest biological system, 13p.
015. **Baba- Aissa ,K ,2011-** L'effet comparé de deux biopesticides formulés sur *Tuta absoluta* et sur une gamme de champignons phytopathogènes.p115
016. **Bajpai v. K., Rahman A., kang S.C., (2008)-**Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of nandina domestica thunb. To control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *International journal of food microbiology* 125, 117-122.
018. **Benard C., 2009-** Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate, *thèse doc., umr1121nancy univ._inra, 260p.*
019. **Berkani et Badaoui, 2008** - Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera ; Gelechiidae*). Ed. INRA Algérie, Alger, 16 p.
020. **Bounatirou S, Smiti S , Miguel M.G et Faleiro L, 2007** -Chemical composition ,antioxidant and antibacterial activities of the essential oil isolated from Tunisian thymus capitatus Hoff,et link –Food chemistry ;article in press .
021. **Bonnemain. J.-L et Chollet.J.-F. 2003-** L'arsenal phytosanitaire face aux ennemis des plantes. Considérations générales. C. R. Biologies, 326:1–7,
022. **Briki N.,2008** - Essai d'obtention d'hybride F1 de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. Thèse d'ingénieur, Int. Nat. Agro., El Harrach.
023. **Burnie G., Forrester S., Greig D. Et Guest S., 2006** - Encyclopédie de botanique et d'horticulture .Ed. Place des victoires, Paris p. 376.
024. **Caponero a. Et colella t., 2009** -*tuta absoluta*, anche in basilicata un nuovo pericoloper le solanacee. Ed. Agrifoglio, 2p. Periodi.
025. **Chaboussou f., 1980** - les plantes malades des pesticides. Base nouvelle de prévention contre maladies et parasites. Ed. Debards, paris, 200p.
026. **Champagnol f., 1980** - la matière organique des sols de vigne du midi de la france. Progrès agricole et viticole, 8, p : 161-173.
027. **Charpentier B., Florence H-L., Alain H- (2008).** *Guide du préparateur en pharmacie* 3em Edition Masson. P.1358.
028. **Chaoui, I., Zibiliske, M., Ohno, T., (2003)-** Effects of earthworm casts and

compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 295-302.

029. **Chougar S;**2011-bioécologie de la mineuse *tuta absoluta* (meyrik, 1917) (lépidopter, gelechidae) sur trois variété de tomates sous serre, thèse, mag,agro, ummto ;tizi ;98p .
030. **Choux C.L. et Foury C.L., 1994** -cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier, paris. 536p.
031. **Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., Barka E.A. 2005-** Use of plant growthpromoting bacteria (from soil) for bio-control of plant diseases; Principles, mechanisms of action and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71 (9), 4951 – 4959.
032. **Corbineau F. et Core A ; 2006-** dictionnaire de la biologie des semences et des plantules ed .tec et doc. Lavoisier. 226 p.
033. **COSTA, J. (1990)-** Agricultura Sostenible. El Campo. Boletín de Información Agraria, 117 5-9.
034. **Desneux N., Wajenberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S., Narvaez-vasquez C.A., Pizzol J., Lez-cabrera J.G., Ruescas DC., Tabone E., Frandon J., Poncet C., Cabello T. et Urbaneya A., 2010** - biological invasion of european tomat crops by *tuta absoluta* : ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J. Pest. Sci.*, 83 : 197-215.
035. **Durand A., 2003-** Bioreactor designs for solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 13, 113-125.
036. **Dob ,T ; Dahman, D ; Chelgoum.C 2006 –** studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus algeriensis* Boiss et Reutre –The international journal of aromatherapy ;vol 16/ PP 95-100
037. **Edwards C.A. , Arancon N.,et María, A ,2004-**Vermicomposts Suppress Plant Pest and Disease Attacks», *REDNOVA NEWS* ,
038. **El-Guedoui R. 2003-** Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym . Comportement insecticide de ces deux huiles sur *Rhyzopertha dominica*(Fabricius) (('oleojll era:Bostrychidae) .Thèse d'ingéniorat en génie chimique. Ecole Polytechnique. El-Harrach. 76 p.
039. **Elmer, W.H. 2009-** Influence of earthworm activity on soil microbes and soil-borne diseases of vegetables. *Plant Dis.*, 93(2), 175-179.

040. **Enan, E. 2001**-Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comp. Biochem. Physiol. Part C* 130 : 325-337.
041. **Epstein E., 1972**- mineral nutrition of plants: principles and perspectives. John Wiley and Sons, London.
042. **EPPO, 2007** - European and Mediterranean Plant Protection Organization. Distribution Maps of quarantine Pests for Europe : [Http://www.appo.org / quarantine /Insects /Tuta_absoluta/DSGNORAB_Map.ht](http://www.appo.org/quarantine/Insects/Tuta_absoluta/DSGNORAB_Map.ht): 1-2.
043. **Estay P., 2000**- polilla del tomate *tuta absoluta* (meyrick). Ed. Informativo la platina 9:1-4.
044. **FAO, 2007**- Données de la base statistique de l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
045. **Fernandez S., Montagne A., 1990** - biología del minador del tomate, *scrobipalpula absoluta* (meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bol entomol venez* 5:89-99.
046. **FRAVEL D R., RHODES D J. and LARKIN R P., 1999** - Production and commercialization of biocontrol products. In *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, edited by R. Albajes, M. L. Gullino, J. C. van Lenteren and Y. e. Elad: Dordrecht: Kluwer.
047. **Gallais A, et Bannerot H, 1992**- amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.
048. **Garcia D, Lopez T, Abellan G, 2009**- *Despoblamiento, envejecimiento y territorio*, Universidad de Leon, 831 p.
049. **Gausson H, Leroy J-F et Ozenda P 1982** – Précis de botanique ,IL, végétaux supérieurs .2ème ed. Masson, Paris, 329-334.
050. **Gervais P. & Molin P., 2003**- The role of water in solid-state fermentation. *Biochem. Eng. J.*, 13, 85-101.
051. **Guenaoui Y., 2008** - Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation de *tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008 .*Phytoma -défense des végétaux* (617) :18-19.
052. **Gutiérrez-Miceli, Federico A.; Santiago-B,J; Montes,M, Joaquín A.; Camerino C.; Abudarchila, M, and Dendooven, L 2007**- Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, , vol. 98, no. 5, p. 2781-2786.
053. **Hamoudi S. 2000**- Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym.

Evaluation de leur toxicité vis à vis d'un insecte des denrées stockées. Mémoire d'ingénieur en génie chimique. Ecole Nationale Polytechnique, El-Harrach, 76 p.

054. **IKERD, E.J. (1990)**- The economics of sustainable agriculture. University of Illinois. Agrecology Program-Resource paper.
055. **Iserin P., 2001**- *Encyclopedie des plantes medicinales*. Ed : Larousse Bourdasse .Paris . P.335.
056. **Isman, M.B. 2000**- Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot. 19 : 603-608.
057. **Jack, A. 2010**- Suppression of plant pathogens with vermicomposts; In CA Edwards, NQ Arancon, and RL Sherman (Eds.) 'Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management', Boca Raton, FL, CRC Press (US), p.623.
058. **Keane S., et Ryan MF. 1999** - Purification, characterisation, and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth, *Galleria mellonella* (L.). Insect biochemistry and molecular biology Vol29(12) 1097-1104.
059. **Kestali. T ; 2011**- Nouvelle stratégie de lutte contre la mineuse de la tomate , *Tuta absoluta* Meyrick, Ingénieur ITCMI .
060. **Kolev N., 1976** - Les cultures maraichères en Algérie : Légumes fruits. Ed. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, T.1, 207 p.
061. **Lacordaire A.I., et Feuvrier, E., 2010** -Tomate, traquer *Tuta absoluta*, suivi de 16 exploitations de production de tomate, pour savoir où et comment chercher pour trouver *Tuta* tôt et tester un prédateur. Phytoma, 632, 40-44.
063. **LATIGUI A, 1984**- Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.
064. **Loucif M.S., 2009** - Menace sur la production de la tomate. Ed. L'expression, 32 p.
065. **Loziene K., Vauciunine J. Et Venskutonis P., 2005**-influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *thymus vulgaris* – biochemical systematic and ecology ;vol,33;pp517-525.
066. **MAAFI H., 2005** - *Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle de Rosmarinus officinalis et Thymus fontanaseii sur Rhyzoperta dominica (F.)(Coleoptera, Bostrychidae)*.thèse ingénieur, I.N.A. Algiers,58 p.

- 067. Mallea AR, Macola GS, Garcia SJG, Bahamondes LA et Suarez JH., 1972-** [*Nicotiana tabacum* var. *virginica*, a new host of *Scrobipalpula absoluta*] *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*, p13–15 (in Spanish).
- 068. Margarida vieira m., 2008-**mineira do tomateiro.une nova ameaça a produção de tomate. V seminário internacional do tomate d'industria, mora, in eppo.org/epporeporting/2008/rsf-0801.,5p.
- 069. Marschner h., 1996 -** *mineral nutrition of higher plants*, 2nd edition. Academic press,london, uk.
- 071. Mohan D. Et Ramaswamy M., 2007-** Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant,*Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *African Journal of Biotechnology* Vol.6(5), pp.631-638.
- 072. Mughal, a.d. 1992-** Letters to the editor. *Journal of sustainable agriculture*, 2 :
- 073. Munroe, G. 2007-** Manual of on-farm vermicomposting and vermiculture; Pub. Of Organic Agriculture Centre of Canada., pp: 39.
- 074. Naghdi ,B.H;Yazdani ,D;Mohamed ,Ali S;Nazari,f 2004-**effect of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in the thyme ,*Thymus vulgaris* L-industrials crops and product :vol 19;pp 231- 236.
- 075. Ndegwa, P.M., Thompson, S.A., 1999.** Effects of C-to-N ratio on Vermicomposting of biosolids. *Biores. Technol.* 75 (2000), 7±12.
- 076. Nielson, R. L. 1965-** Presence of plant growth substances in earthworms demonstrated by paper chromatography and the Went pea test. *Nature Lond.* 208: 1113-1114.
- 077. NOTZ A.P., 1992-** Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpula absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18, 425–432 (in Spanish).
- 078. Ozcan M. Et Chalcha J. C. 2004-** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. *Bulgarian journal of plant physiology.*, 30 (3-4) : 68-73.
- 079. Pajot e., 2010 -** «les stimulateurs des défenses naturelles en production végétale : mythe ou réalité ? », xvi rencontres professionnelles. Ep valinov-vegepolys. Rittmo. Colmar.
- 080. Paoletti m g., dufour d l., cerda h., torres f., pizzoferrato l., & pimentel d., 2000**

- the importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the amazonian amerindians. Proc. R. Soc. Lond. B 267, p: 2247–2252.

- 081. Pesson p. Et louveaux j ; 1984-** pollinisation et production végétale. Ed. Inra. 63p.
- 082. Philouze .J et Laterrot .H. 1992 LA TOMATE in Gallais.A. et Bannerot.H.-** amélioration des espèces végétales cultivés, objet et critère de sélection .INRA Edition.
- 083. Primavesi, a., 1989-** manejo ecológico de solo.nobel, são paulo, brazil.
- 084. Rahardjo Y.S.P., Tramper J. & Rinzema A., 2006-** Modeling conversion and transport phenomena in solid-state fermentation: a review and perspectives. Biotechnol. Adv., 24(2), 161-179.
- 085. Ramel J.M. et Oudard E., 2008 -** *tuta absoluta* (meyrick, 1917), éléments de reconnaissance, l.n.p.v., 2p.
- 086. Rahim,N .,2012-** Effet biocide de thym (*thymus fontanesii*) et de thymol sur *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), ,p.Thèse. Master 2. Agro., USDB., Blida, 101 p.
- 087. Rees r., and castle k., 2002 -** nitrogen recovery in soils amended with organic manures combined with inorganic fertilisers. Agronomie, 22, p: 739-746.
- 088. Regnault ,roger c. 2002-**de nouveaux phytoinsecticides pour le troisième millénaire in : biopesticides d'origine végétales, ed tec & doc. Londres-paris-new york . Pp. 19-39.
- 089. Rey Y ; et Costes C ; 1965-** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111P .
- 090. Roel B. A., Oliveira J. A. A., Beggs S.A 2009:** two-stage biomass model for Irish Sea herring allowing for additional variance in the recruitment index caused by mixing of stocks. ICES Journal of Marine Science ;66:1808-1813.
- 091. Rota M. C., Herrera A., Martinez R. M., Sotomayor J. A. Et Jordán M. J. 2008-** Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. Food control., 19 : 681-687.
- 092. Ruttan, v.w. (1990).** Sustainability is not enough. University of illinois. Symposiumsustainability : agriculture and society. Agro-ecology paper a-e 96-6.
- 093. Seguy I., bouzinac s., 1999-** concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologique et durable de la ressource sol, adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide. In *gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture*,

actes de l'atelier international, antsirabe, madagascar, 23-28 mars 1998. Cirad, collection colloques, montpellier : 225-230.

094. **Shankara n., joep van lidt j., marja de goffau, martin h. Et barbara v., 2005** - la culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Prota, 105 p.
095. **Sinha R. K., Herat S., Valani. D. et Chauhan K., 2009**- Earthworms Vermicompost: A Powerful Crop Nutrient over the Conventional Compost & Protective Soil Conditioner against the Destructive Chemical Fertilizers for Food Safety and Security. *Am-Euras. J. Agric. & Environ. Sci.*, 5 (S): 01-55.
096. **Singh AK, Bhattacharyya-Pakrasi M, Pakrasi HB 2008**- Identification of an atypical membrane protein involved in the formation of protein disulfide bonds in oxygenic photosynthetic organisms. *J Biol Chem* 283: 15762-15770.
097. **Soro S., Ouattara D., Zirihi G.N., Kanko D., n'guessan E.K., Kone D., Kouadio J.Y., Ake S., 2010** - Effet Inhibiteur *in Vitro* et *in Vivo* de l'extrait de Poudre et de l'huile Essentielle de *Xylopia Aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) sur *Fusarium oxysporum* f. Sp *Radicis-lycopersici* (Forl), Champignon Parasite des Cultures de Tomate. *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.39 No.2* , pp.279-28.
098. **Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E.M., Kurt, S., 2005**- Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *J. Appl. Microbiol.* 103, 1021–1030.
099. **Soto Mendivil E.A., Moreno Rodriguez J.F.,Espinosa M.E., Garcia Fajardo J.A., Obledo Vazquez E.N., 2006**-Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of thymus vulgaris against *alternaria citri*. *E-Gnosis [on line]*, 4, 1-7.
100. **Svoboda k. P., 2003**- investigation of valatile oil gland of satureja hortensis L. (summersavory) and phytochemical comparison of different varieties. *Int. Jour. Arom.*, 13 (4), pp. 196-202.
101. **Taylor & Francis, 2008**- La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives, 7ème édition, medpharm Scientific Publishers /, [ISBN 978-3-8047-5038-8](#)).

102. **Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J. L., Hernandez, M. T., 2006-** Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: influence on the physical, chemical and biological properties of soil. *Soil Biol. Biochem.* 38, 413–1421.
103. **Teterel m., 2009-** bulletin de santé du végétal normandie. Ed. Fredon, 2 p.of the concept of sustainable agriculture: an issue of food safety and security for people, economic prosperity for the farmers and ecological security for the nations. *American-urasian j. Agric. & environ. Sci.*, 5 (s): 01-55.
104. **Tiwari, R.K., K.P. Srivastava and J.N. Tiwari, 1989-** Role of ventral nerve cord and peripheral nerves in metamorphosis and nerve cord shortening in the lemon-butterfly, *Papilio demoleus* L. *Insect Sci. Applic.*, 10: 319-325.
105. **Tomati, U., Grappelli, A. Galli, E., 1988-** The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biol. Fertil. Soils*, 5: 288-294.
106. **Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia mari F.et Porcuna J. , 2007 in Berkani A. et Badaoui M., 2008-** la mineuse de la tomate *tuta absoluta* meyrick (*lepidoptera; gelechiidae*). Ed. Inraa, algérie, 16p.
107. **Wang, C., Sun, Z., Liu, Y., Zheng, D., Liu, X., Li, S. 2007-** Earthworm polysaccharide and its anti-bacterial function on plant-pathogen microbes in vitro; *European J. Of Soil Biol.*, 43, 135-142.
108. **Zaid A., 2010-** inventaire des ennemis naturels de *tuta absoluta* (meyrick, 1917) (*lepidoptera, gelechiidae*) et effet de son parasite *diglyphus isaea* (*hymenoptera, eulophidae*) sur deux variétés de tomate dans les régions de staoueli et chéragea thèse. Ing. Agro., usdb., blida, 74 p.
109. **Zitter, T.A..Hopkins. D.L, and Thomas. C.E..1977. -** Compendium of Cucurbit Diseases.American Phytopathologie Society.St.Paul.Minnesota.87pp.

