

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires
Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des plantes et environnement

BIOECOLOGIE DE *TUTA ABSOLUTA* (LEPIDOPTERA,
GELECHIIDAE) SUR DIFFERENTES VARIETES DE TOMATE EN
SERRE ET ESSAI DE LUTTE A L'AIDE DE QUELQUES EXTRAITS
DE PLANTES.

Par

Mohamed BELLATRECHE

Devant le jury composé de :

S.A. SNOUSSI	Professeur, U. S.D.Blida	Président
L. ALLAL- BENFEKIH	MCA., U. S.D.Blida	Promotrice
A. GUENDOZ - BENRIMA	Professeur, U. S.D.Blida	Examinatrice
Z.E. DJAZOULI	MCA., U. S.D.Blida	Examinateur

Blida, Février 2012

RESUME

Bioécologie de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) sur différentes variétés de tomate en serre et essai de lutte à l'aide de quelques extraits de plantes.

Nous avons suivi la dynamique des populations de *Tuta absoluta* sur 5 variétés maraichères réparties dans les régions de Oued Djer et Douaouda, situées au niveau du sublittoral ouest et littoral est respectivement. Des échantillonnages par semaine, de novembre 2009 à mai 2010 ont été réalisés sur trois niveaux des plants pour chaque variété considérée

Les résultats montrent une différence significative entre les variétés et le taux d'infestation et une variation temporelle hautement significative entre les périodes d'échantillonnage. Le taux d'infestation est plus important dans les trois variétés (Doucen, kartier, Zahra) et moins important dans les deux variétés (Petro, CLX F1) avec une infestation importante dans le mois de Mai. Le taux d'infestation varie avec les différents niveaux foliaires avec une infestation importante dans le niveau basale. Les résultats montrent que l'infestation était importante dans la région littorale par rapport la région sublittorale. La répartition spatiotemporelle des larves de *Tuta absoluta* était contagieuse durant les mois janvier et février pour toutes les variétés étudiées.

La mortalité augmente en fonction de temps de premier jour au quatrième jour, avec une mortalité plus forte de l'extraits de l'ortie et plus faible par l'extraits de la partie souterraine de l'inule , la dose initiale était la dose la plus toxique par rapport aux autres doses ($\frac{1}{2}$ dose et $\frac{1}{4}$ dose) dans tous les cas.

Un effet biocide lent des solutions aqueuses appliquées sur les feuilles infestées par les larves de la mineuse de la tomate.

Le compartiment racine de l'inule visqueuse et de la sauge présente un effet faiblement toxique sur les larves de la mineuse, par rapport à celui de la partie aérienne de la sauge et celui de la plante entière de l'ortie. La partie foliaire d'*I. viscosa* paraît avoir un meilleur effet.

Le pourcentage des populations larvaires résiduelles diminuent nettement du 1^{er} au 4^{eme} jour après l'application des solutions des différents extraits aqueux. C'est au 4^{eme} jour après traitement que les populations résiduelles de *T.absoluta* sont faibles.

Mots clés : Bioécologie, tomate , *Tuta absoluta*, serre, lutte, extraits de plantes.

ABSTRACT

Bioecology of *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) on various varieties of tomato under greenhouse and test of fight using some extracts of plants.

We followed the dynamics of the populations of *Tuta absoluta* on 5 maraichères varieties distributed in the areas of Oued Djer and Douaouda, located at the level of the western and littoral sublittoral is respectively. Samplings per week, from November 2009 to May 2010 were carried out on three levels of the seedlings for each variety considered

The result shows a significant respect between the varieties and the rate of infestation and a highly significant temporal variation with between the periods of sampling. The rate of infestation is more significant in the three varieties (Doucen, kartier, Zahra) and me significant in the two varieties (Petro, CLX F1) with a significant infestation in May. The rate of infestation varies with the deferent foliar levels with a infestation significant in the level basal. The result shows which It infestation it significant in the littoral area by contribution the area sublittoral. The spatiotemporelle distribution of the larvae of *tuta absoluta* it is contagious during the months January and February for all the studied varieties.

Mortality increases according to time of first day to the fourth day, with a mortality stronger of extract from the nettle and weaker by extract from underground part of inula, the initial amount it is the most toxic amount by contribution the other dose ($\frac{1}{2}$ amount and $\frac{1}{4}$ amount) in all the case.

An effect bio slow pesticide of the aqueous solutions applied to the sheets infested by the larvae of mineuse of tomato.

The compartment root of the viscous inula and sage presents an effect slightly toxic on the larvae of mineuse, compared to that of the air part of sage and that of the whole plant of the nettle. The foliar part of *I. viscosa* appears to have a better effect.

Percentages of the residual larval populations decrease clearly by 1st with the day after the application of the solutions of the various aqueux extracts. It is with the day after treatment that the residual populations of *T. absoluta* are weak

key words: Bioecology, tomato, *Tuta absoluta*, greenhouse, fight, extracted from plants.

ملخص

بيويكولوجية *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) على أنواع مختلفة من الطماطم في بيوت بلاستيكية وتجربة مكافحة باستخدام بعض المستخلصات النباتية.

تابعنا دينامية *Tuta absoluta* على 5 أصناف من الطماطم الموزعة في مناطق واد دجر و دواودة ، وتقع على شبه الساحل الغربي و الساحل على التوالي. أخذ العينات أجري أسبوعيا ، من نوفمبر 2009 إلى مايو 2010 على ثلاثة مستويات مختلفة لكل صنف ، وأظهرت النتائج وجود فرق ذو دلالة بين الأصناف ومعدل الإصابة وتفاوت ذو دلالة من كبير جدا بين الفترات الزمنية لأخذ العينات.

معدل الإصابة أعلى في الأصناف الثلاثة (Kartia ، Doucen ، زهرة) ، وأقل أهمية في الأصناف (بنرو ، CLX F1) مع إصابة مهمة في شهر مايو . معدل العدوى يتغير مع مستويات الأصناف مع غزو أوراق مهم في المستوى القاعدي.

النتائج تبين أن الإصابة كانت مهمة في المنطقة الساحلية مقارنة مع المنطقة شبه الساحلية. الوفيات ترتفع مع الوقت من اليوم الأول الى اليوم الرابع ، مع ذروة في الوفيات مع مستخلص نبات القراص وأقل مع مستخلص الجزء السفلي من *inula* ، الجرعة الأولية كانت الجرعة الأكثر سمية مقارنة مع الجرعات الأخرى (1/2 جرعة جرعة 1/4) في جميع الحالات. مفعول قاتل بطيء للمحاليل المائية المطبقة على الأوراق المصابة باليرقات.

جذور sauge و inula لها تأثير سام طفيف على يرقات ،مقارنة بالجزء العلوي للمريمية و نبات القراص. الجزء العلوي من ورقة inula . يبدو الأفضل تأثيرا.انخفضت النسبة المئوية لليرقات المتبقية بشكل ملحوظ في الفترة من اليوم 1 إلى 4 بعد يوم من تطبيق المحاليل المائية المختلفة. هذا وفي اليوم 4 بعد العلاج كانت نسبة اليرقات المتبقية منخفضة

كلمات رئيسية : بيوايكولوجية ، الطماطم، *Tuta absoluta* ، بيوت بلاستيكية، مكافحة ، مستخلصات

نباتية

PDF Create! 5 Trial
www.nuance.com

Remerciements

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

Je tiens à remercier Madame Allal-Benfekih L., maître de Conférences A à l'Université Saad Dahleb de Blida pour toute l'aide précieuse et généreuse qu'elle m'a accordée durant la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur Snoussi S.A Professeur, d'avoir accepté de présider mon jury de soutenance. Je tiens également à remercier Madame le professeur Guendouz - Benrima A. et Monsieur le Docteur Djazouli Z.E. maître de Conférences A à l'Université Saad Dahleb de Blida, qui ont bien voulu accepter de critiquer et de juger ce travail. Je les remercie très fort.

Je tiens particulièrement à remercier tous mes enseignants : Mr Djazouli, Mme Allal, Mme Guendouz, Mr Aroun MEF, Mr Mazari G., Mme Nebih D. la liste est tout aussi longue, pour tous leurs enseignements, leurs orientations en spécialité zoophytiatrie, dans ma formation de post-graduant en option protection des plantes et environnement, ainsi que leurs encouragements.

Je remercie Monsieur Rizki et Monsieur Larbi gestionnaires d'exploitations, de m'avoir donné l'opportunité de réaliser mon travail au sein des fermes pilotes sise à Douaouda et à Oued Djer.

Je réitère également mes sincères remerciements à tout le personnel du laboratoire d'entomologie au sein de l'institut national de protection des plantes d'El Harrach, tout particulièrement à Melle Ababsia A. qui m'a orienté et aidé dans mes premiers pas sur Tuta.

Je ne saurais oublier de remercier chaleureusement Mme Sahraoui F. maître assistante au département des sciences agronomiques pour son aide plus que précieuse, pour ses encouragements.

Que Mlle Djemai A., technicienne au laboratoire de zoologie de Blida, soit profondément remerciée pour son soutien moral et de m'avoir fourni le matériel du laboratoire pour réaliser mes expérimentations sur les phytoessais contre Tuta.

Enfin, ce travail ne saurait 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 ainsi que les services techniques de L'ITCMI de Staoueli et de L'ANRH de Soumâa.

PDF Create! 5712121
www.nuance.com

Dédicaces

Je dédie ce travail

A la mémoire de mon défunt père, sa chaleur ne ma jamais quitté

A ma très chère maman, inlassablement sacrifiée pour que je sois parvenu à ce niveau, pour son soutien moral surtout

A mes chers sœurs Noura, Saida, Om khalton, Saliha, Naima, Malika et Hassina

A mon frère khaled

A mon frère brahim et sa femme ahlame

A ma chère petite sœur Malak

A ma future femme Samia

A mes chères et adorables amies

Mohamed Bellatreche

TABLE DE MATIERES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACES

SOMMAIRE

Liste des illustrations et graphiques

Liste des tableaux

INTRODUCTION19

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*, SOLANACEAE) ET PRESENTATION DE LA MINEUSE DE LA TOMATE *TUTA ABSOLUTA* (MEYRICK, 1917).

1.1. Généralités sur la tomate <i>Lycopersicum esculentum</i>	23
1.1.1. Importance économique et intérêt alimentaire de la tomate	23
1.1.1.1. Importance économique dans le monde	23
1.1.1.2. Importance économique en Algérie.....	24
1.1.1.3. Intérêt alimentaire.....	25
1.1.2. Eléments de botanique et de croissance	26
1.1.2.1. Description botanique sommaire.....	26
1.1.2.2. Croissance et développement.....	26
1.1.2.3. Exigences écologiques.....	27
1.1.3. Principaux bioagresseurs de la tomate.....	28
1.1.3.1. Maladies	28
1.1.3.2. Nématodes et Ravageurs.....	29
1.2. Présentation de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> (meyrick, 1917).....	29

1.2.1. Caractères morphologiques des différents stades et cycle évolutif	
1.2.2. Plantes hôtes et dégâts	32
1.2.3. Moyens de lutte	34
1.2.3.1. La lutte chimique	34
1.2.3.2. La lutte biologique	35
1.2.3.2.1. Utilisation des auxiliaires.....	35
1.2.3.2. 2. Le piégeage massif	35

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation des régions d'étude	38
2.1.1. Caractéristiques générales de la région de Douaouda et du site d'étude.....	38
2.1.2. Caractéristiques générales de la région de la Mitidja et du site d'étude à Oued Djer.....	42
2.2. Synthèse climatique	46
2.2.1. Diagrammes ombrothermiques des régions d'étude.....	49
2.2.2. Climagrammes d'Emberger des régions d'étude.....	52
2.3. Méthodologies d'étude	53
2.3.1. Sur le terrain.....	53
2.3.2. Au laboratoire.....	56
2.3.2.1. Dénombrement des stades biologiques de <i>Tuta absoluta</i>	56
2.3.2.1. Obtention des phytopréparations.....	57
2.3.2.1.1. Les plantes utilisées.....	57
2.3.2.1.2. Préparation des extraits des plantes étudiées.....	58
2.3.2.1.3. Bioessais et application des phytopréparations	59
2.4. Analyses des données	60
2.4.1. Analyses univariées et multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer <i>et al.</i> , 2001).....	60
2.4.2. Corrélations-régressions (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997 et Excel™).....	61
2.4.3. Evaluation de la répartition des populations.....	61
2.4.4. Correction de la mortalité.....	62

2.4.3. Calcul des doses létales 50 et 90.....	62
2.4.4. Estimation de la toxicité des traitements.....	63

CHAPITRE 3 :RESULTATS

3.1. Evolution des taux d'infestation	64
3.1.1. Effet variétal sur le taux d'infestation dans le temps	66
3.1.2. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires et les bouquets floraux.....	69
3.1.2.1. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires	69
3.1.2.2. Variation de l'infestation selon les bouquets floraux	69
3.1.2.3. Variation de l'infestation selon la date d'observation en relation avec le développement de la plante	72
3.2. Evolution des populations larvaires de <i>T. absoluta</i> sur les cinq variétés de tomate étudiées en fonction des traitements insecticides et des températures.....	73
3.2.1. Variation spatiotemporelle des abondances larvaires en fonction des traitements insecticides.....	74
3.2.1.1. Au niveau du sublittoral sur la variété Zahra.....	74
3.2.1.2. Au niveau du littoral sur les autres variétés étudiées.....	76
3.2.2. Variation spatiotemporelle des abondances larvaires en fonction des températures.....	79
3.2.2. Analyse de la distribution temporelle des différents stades larvaires en fonction de l'infestation.....	80
3.2.2.1. Variété « Zahra »	81
3.2.2.2. Variété « Doucen »:.....	82
3.2.2.3. Variété « Kartier » :.....	83
3.2.2.4. Variété « Pietro	84
3.2.2.5. Variété « Clx ».	85
3.2.3. Analyse de l'évolution des mines actives selon la variété.....	90
3.3. Répartition temporelle des populations larvaires de <i>T. absoluta</i> sur	

les cinq variétés de tomate étudiées	90
3.3.1. Répartition temporelle des populations larvaires de <i>T. absoluta</i> sur la variété « Zahra » dans la région de Oued Djer.....	91
3.3.2. Répartition temporelle des populations larvaires de <i>T. absoluta</i> sur les variétés de tomate dans la région de Douaouda.....	91
3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur la variété «Doucen».....	92
3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur la variété «Kartier».....	93
3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur les variétés «Pietro» et «CLX».....	98
3.4. Etude de l'effet biocide des extraits des plantes étudiées	98
3.4.1. Analyse de l'effet toxique des phytoextraits sur les populations larvaires de <i>T. absoluta</i>	98
3.4.1.1. Evolutions temporelles des populations résiduelles sous l'effet des différents traitements utilisés.....	100
3.4.1.2. Analyse des variations de toxicité des différents phytoextraits sur les populations résiduelles larvaires de <i>T. absoluta</i>	103
3.4.2. Doses létales 50 et 90	104

CHAPITRE 4 : DISCUSSION

4.1. Analyse des observations sur l'infestation de la mineuse de la tomate sur des variétés de tomate cultivées sous serre dans les régions de Douaouda et Oued Djer.....	107
4.2. Evaluation de l'effet insecticide des phytoextraits étudiés à base d' <i>I. viscosa</i> , <i>S. officinalis</i> et <i>Urtica urens</i>	114

CONCLUSION.....	119
APPENDICE.....	123
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES.....	130

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

- Figure 1.1a:** Production mondiale de la tomate.....
- Figure 1.1b:** Position de la production de la tomate en Algérie.....
- Figure 1.2:** Inflorescences et baies de tomates.....
- Figure 2.1a :** Carte représentative des premières détections de *Tuta absoluta* dans différents secteurs des pays méditerranéens et européens entre 2006 et 2010
- Figure 2.1b :** Distribution de *Tuta absoluta* en Europe et les pays Nord africains
- Figure 2.2 :** Les différents stades biologiques de *Tuta absoluta*.....
- Figure 2.3 :** Dégâts de *Tuta absoluta* sur feuille, tige et fruit.....
- Figure 2.1a :** Présentation du site d'étude Douaouda.....
- Figure 2.2b :** Présentation des serres d'échantillonnage, ferme (E.U.R.L) à Douaouda.....
- Figure 2.3.** Fréquence des applications chimiques dans les serres de Tomate à Douaouda.....
- Figure 2.4.** Délimitations de la région de la Mitidja .et localisation de la région d'étude.....
- Figure 2.5a :** Présentation de la région d'étude
- Figure 2.5b :** Présentation des serres d'échantillonnage Oued Djer.....
- Figure 2.6.** Fréquence des applications chimiques dans .les serres de tomate à Oued Djer.....
- Figure 2.7.** Pluviométrie (a) et températures (b) de la période 1997-2007 dans le littoral algérois.....
- Figure 2.8.** Températures de la période 2000-2010 dans la région de la Mitidja Oued Djer.....

Figure 2.9a : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse relatif à la région de Douaouda

Figure 2.9b : Diagramme ombrothermique de la région de Oued Djer (Mitidja) durant l'année d'étude 1999-2009.....

Figure 2.10 : Diagrammes ombrothermiques des régions de Douaouda (a) et Oued Djer (b) durant la période d'échantillonnage.....

Figure 2.11: Localisation des régions d'étude sur le climagramme d'Emberger.....

Figure 2.12 : Méthodologie d'échantillonnage des feuilles dans les serres de tomate.....

Figure 2.13. Apparence des fruits des variétés de tomate étudiées.....

Figure 2.14: Plantes utilisées pour les phytopréparations

Figure 2.15. Etapes de préparation des extraits végétaux.....

Figure 2.16 : Préparation des lots pour l'application des phyto préparations sur des feuilles de tomate infestées par *Tuta*.....

Figure 3.1. Variabilités mensuelles des infestations de *Tuta* (a) sur les variétés « Doucen » et « Zahra » et comparaison de l'infestation au niveau des deux régions étudiées littorale et sublittorale (b).....

Figure 3.2 : Fluctuations des infestations par *Tuta* sur la variété de tomate « Zahra » dans la région de Oued Djer (a) et sur les autres variétés au niveau de la région de Douaouda (b).....

Figure 3.3. : Résultats de l'analyse du modèle GLM sur l'effet de la période d'échantillonnage (a) et de la variété sur le taux d'infestation (b)....

Figure 3.4: Projection des coordonnées des taux d'infestation des différentes variétés et des mois d'échantillonnage sur les axes 1 et 2 de l'AFC (a) et dendrogramme des distances euclidiennes entre les variétés et les périodes d'échantillonnage (b).....

Figure 3.5. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires des variétés étudiées.....

Figure 3.6. Variation de l'infestation selon les bouquets floraux des variétés étudiées.....

Figure 3.7. Variation de l'infestation selon la date d'échantillonnage en relation avec le développement de la plante.....

Figure 3.8a : Nombre d'applications insecticides réalisés au cours de la période d'échantillonnage sur la tomate variété «Zahra».....

Figure 3.8b : Evolution des populations des différents stades larvaires de *Tuta* sur la variété de tomate « Zahra », dans la région de Oued Djer

Figure 3.9 : Nombre d'applications insecticides réalisés au cours de la période d'échantillonnage sur les autres variétés de tomate.....

Figure 3.10. Evolution des populations des différents stades larvaires de *Tuta* sur les variétés de tomate étudiées, dans la région de Douaouda.....

Figure 3.11. Valeurs moyennes des températures maximales et minimales de la région d'Oued Djer (Mit.) et de la région de Douaouda

Figure 3.12. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Zahra » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) classification ascendante hiérarchique (b).....

Figure 3.13. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Doucen » (a) sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique (b).....

Figure 3.14. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Kartier » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique (b).....

Figure 3.15. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Pietro » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique (b).....

Figure 3.16. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « CLX » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique.....

Figure 3.17. Évolution des populations larvaires (mines actives) en fonction du temps et des infestations.

Figure 3.18. Evolution des niveaux de risque larvaire de *Tuta absoluta* sur les 5 variétés de tomate étudiées.....

Figure 3.19. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Zahra».....

Figure 3.20. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Doucen».....

- Figure 3.21.** Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Kartier».....
- Figure 3.22.** Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Pietro» et «CLX».....
- Figure 3.23.** Effets temporel et variétal sur l'évolution des répartitions contagieuses des populations larvaires de *T. absoluta*.....
- Figure 3.24.** Evolution temporelle des populations résiduelles des larves de *T. absoluta* selon les différents phytoextraits et doses testés.....
- Figure 3.25.** Variabilité temporelle des pourcentages de populations résiduelles de *T. absoluta* après application des différents extraits aqueux des plantes étudiées.....
- Figure 3.26.** Réactions des larves de *T. absoluta* aux différentes doses des extraits de plantes appliqués dans le temps.....
- Figure 3.27.** Projection des variables des doses des phytoextraits et du temps sur le plan d'ordination de l'ACP (a) et classification ascendante hiérarchique
- Figure 3. 28 :** Variation temporelle des concentrations léthales 50 et 90 en mg/ml des extraits aqueux d'*A. viscosa*, de *S. officinalis* et de *U. urens*, utilisés contre les populations larvaires de *T. absoluta*.....
- Figure 3.29.** Comparaison des CL50 des différents extraits de compartiments de plantes utilisées sur les larves de *T. absoluta* au 4^{eme} jour après traitement
- Tableau 1.1:** Constituants chimiques de la tomate
- Tableau 1.2 :** Insecticides employés contre les larves et adultes de la mineuse dans la production de tomate
- Tableau 1.3 :** Les principaux ennemis de *Tuta absoluta* dans le bassin méditerranéen
- Tableau 2.1.** Nature et types des intrants chimiques et biologiques utilisés pendant la période de culture de la tomate dans la station de Douaouda.....
- Tableau 2.2.** Nature et types des intrants chimiques et biologiques

utilisés pendant la période de culture de la tomate dans la station de Oued Djer.....

Tableau 2.3 : Variation de la température et de la pluviométrie de la région de Douaouda pendant la période d'étude

Tableau 2.4 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région de oued Djer

Tableau 2.5. Calendrier des échantillonnages sur les variétés de tomate étudiées.

Tableau 3.1 : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) de la comparaison des moyennes des infestations entre les régions de Douaouda et Oued Djer (variétés « Zahra » et « Doucen »).....

Tableau 3.2. : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) des taux d'infestation par rapport aux mois et aux variétés.....

Tableau 3.3 : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) sur l'influence temporelle du niveau foliaire et des bouquets floraux sur l'infestation de chaque variété.....

Tableau 3.4. Niveau de risque larvaire sur les plants infestés par *Tuta absoluta*.....

Tableau 3.5. Périodes des répartitions contagieuses des populations larvaires de *T. absoluta* sur les différentes variétés de tomate étudiées....

Tableau 3.6. Résultats de l'analyse de la variance (modèle linéaire global sur les effets temps et variété sans les interactions sur la répartition contagieuse des larves de *T. absoluta*.....

Tableau 3.7. Résultats du modèle linéaire global sur les effets des différentes applications des extraits végétaux étudiés sur les populations larvaires de *T. absoluta* dans le temps.....

Tableau 3.8 : Valeurs des concentrations léthales 50 et 90 des phytopréparations utilisées en traitement sur les larves de *T. absoluta*.....

INTRODUCTION

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, est un ravageur émergent de la tomate *Solanum lycopersicum*, reconnu mondialement comme un important ravageur de cette culture. Ce microlépidoptère de la famille des *Gelechiidae* est une espèce nouvellement invasive en Algérie. Indigène du Pérou, cet insecte s'est par la suite répandu dans toute l'Amérique du Sud: Il y est présent à l'ouest des Andes de l'Équateur au nord du Chili jusqu'à 1 000 m d'altitude [1].

Il est aujourd'hui reconnu comme présent dans plusieurs pays européens, dont l'Albanie, la France, la Grèce, l'Italie, Malte, le Portugal, les Pays-Bas, l'Espagne, la Suisse et le Royaume-Uni. En Asie, il est maintenant présent au Bahreïn et au Koweït. Sa présence au Japon a été rapportée par Nakano et Paulo en 1983 [2]. A la fin de l'année 2006, *T. absoluta* est détecté pour la première fois en dehors de son aire d'origine, à l'est de la péninsule ibérique dans la province de Castellon près de Valence en Espagne, montrant sa capacité de dispersion mais aussi des dégâts graves. En 2007, *T. absoluta* est détecté dans plusieurs localités le long de la côte méditerranéenne espagnole, dans la province de Murcia, en Catalogne et aux îles Baléares. Un an plus tard, *T. absoluta* envahit le Maroc et l'Algérie au printemps 2008 et la Tunisie à la fin 2008 ainsi que la France (Corse, région d'Ajaccio, de Propriano, de Bastia) [1].

Au cours des quelques dernières années, cette espèce s'est rapidement propagé à l'échelle du bassin méditerranéen et, plus récemment encore, s'est établi en milieux serricoles. *Tuta absoluta* est capable de s'établir dans des installations intérieures même dans les pays où les conditions climatiques ne permettent pas sa survie à l'extérieur durant la saison froide.

Le risque d'introduction du ravageur associé à l'importation d'autres espèces de Solanacées est inconnu, mais il est vraisemblablement significativement plus faible que celui associé à l'importation de fruits ou de plants de tomate.

La biologie et la capacité de *T. absoluta* de développer rapidement une résistance aux pesticides limitent considérablement le choix des stratégies de lutte pour contrôler cet insecte [3 ; 4 ; 5]. L'expérience acquise dans d'autres régions du monde démontre que les programmes de lutte antiparasitaire mis en place tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, y compris les programmes prévoyant l'épandage de pesticides, ne peuvent prévenir son établissement. La seule méthode d'éradication qui est actuellement jugée efficace est la destruction totale des cultures touchées et le nettoyage en profondeur des serres infestées. En effet, les chenilles mineuses de *Tuta* peuvent provoquer des dégâts allant de 80 à 100% de pertes au niveau de la culture [6].

En Espagne, le contrôle de *Tuta absoluta* est imposé par la loi, à Malte les agriculteurs dont les cultures sont contaminées doivent les détruire et reçoivent en contre partie une indemnisation, en Tunisie plus de 100.000 capsules de phéromones ont été commandées par le Ministère de l'Agriculture et distribués gratuitement aux agriculteurs au cours des derniers mois. L'Algérie a également mis en place un système de surveillance et de piégeage massif depuis septembre 2008 en plus de 50 000 phéromones remises gratuitement aux agriculteurs. Au Maroc des arrêtés gubernatoriaux ont été instaurés pour imposer le contrôle et l'élimination des plantes contaminées, mais à notre connaissance les mesures de subvention ne sont pas prévues. La larve de ce lépidoptère (classé à l'annexe A1 de l'OEPP) est devenue une préoccupation mondiale, vue son évolution fulgurante en matière de dissémination (2006 en Europe, 2008 pour la plupart des pays du pourtour méditerranéen). [7].

En Algérie, *T. absoluta* a été trouvé sur des cultures de tomate sous abris dans la zone côtière (ouest, centre et une partie de la côte est). Les premiers foyers ont été observés dans des serres de tomates dans la commune de

Mazagran (près de Mostaganem) et se sont rapidement étendus aux communes voisines. Des dégâts foliaires ont été signalés en mars et les dégâts sur fruits sont apparus en mai. D'autres foyers ont aussi été signalés dans la commune de Hassi Bounif (près d'Oran) [2].

Tuta absoluta présente une bonne capacité de vol et de dispersion. On ignore toutefois dans quelle mesure il est capable de se propager à partir de foyers d'infestation et la rapidité avec laquelle il peut le faire. [8].

La vieille pratique de la serre tunnel non protégée offre un lieu idéal pour la prolifération de la mineuse. L'absence de protection physique (insect proof) contre les insectes, rend en effet très facile l'introduction et la multiplication de la mineuse

En dehors des travaux de recherche publiés en Amérique du sud. [9]. [10 ;11 ;12 ;13 ;14 ;15 ;16], différents travaux ont été réalisés dans plusieurs pays touchés par ce fléau, pour définir avec une meilleure précision les paramètres biologiques de cette espèce invasive en fonction de plusieurs critères, différents auteurs se sont intéressés notamment à l'effet de la température sur la bioécologie de ce ravageur [17 ;18 ;19 ;20 ;6 ;21 ;22 ;23]. En Algérie, les premières signalisations de ce nouveau ravageur ont été rapportées par [2].

D'autres travaux ont suscité depuis les curiosités des services de la protection des plantes ainsi que les chercheurs ingénieurs des institutions de recherche et des universités, pour trouver des palliatifs à l'invasion de ce ravageur et l'extension très rapide de ses infestations aussi bien sur les tomates cultivées en plein champ que sous serre. Les travaux algériens diffusés à l'état actuel ont été réalisés dans la région ouest notamment à Mostaganem et à Mascara [2 ;24 ;25 ;26]. D'autres travaux sur le monitoring et la détermination du taux de mortalité et de parasitisme des populations de la mineuse ont été entrepris dans la région de Blida [27 ;28 ;29 ;30 ;31 ;32]. Nous pouvons mentionner également les travaux de mémoires d'ingénieurs réalisés dans la région du littoral algérois [33 ;34 ;35 ;36 ;37 ;38 ;39].

Dans la première partie de notre travail, nous avons suivi durant tout le développement de la culture la dynamique des populations larvaires de *Tuta absoluta* sur 5 variétés de la tomate maraichère réparties dans les régions de Oued Djer et Douaouda, situées au niveau du sublittoral ouest et littoral est respectivement.

L'interprétation de nos résultats d'observations ont porté sur les objectifs suivants :

- 1- La répartition spatiotemporelle est-elle similaire entre le littoral et la plaine du sublittoral.
- 2- Ya t-il une similitude ou une différence entre les taux d'infestation dans le temps ?
- 3- Ya t-il une différence de répartition spatiotemporelle entre les trois niveaux foliaires ?
- 4- La dispersion des populations de *T. absoluta* présente t-elle une incidence sur le rendement des différentes variétés de tomate ?

Dans la deuxième partie de notre travail, nous avons étudié l'effet biocide de trois extraits aqueux de plantes herbacées aromatiques à effets insecticides d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens* sur les populations larvaires de la mineuse. Notre question était de savoir si ces populations peuvent être affectées par les molécules des principes actifs des extraits appliqués. Quels sont dans ce cas les compartiments de la plante utilisée ayant le meilleur effet biocide sur l'abondance des populations résiduelles.

La première partie de ce mémoire a présenté des données bibliographiques sur la plante hôte ainsi que celles du ravageur. Nous avons exposé le matériel et les méthodes utilisés dans le deuxième chapitre, les résultats de deux parties étudiées sont exposés dans le chapitre 3. Nous avons terminé par une discussion générale des résultats obtenus accompagnée par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE 1

GENERALITES SUR LA TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*, SOLANACEAE) ET PRESENTATION DE LA MINEUSE DE LA TOMATE *TUTA ABSOLUTA* (MEYRICK, 1917).

1.1. Généralités sur la tomate *Lycopersicum esculentum*

1.1.2. Importance économique et intérêt alimentaire de la tomate

1.1.1.1. Importance économique dans le monde

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde. Pour la consommation en frais, la production 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 [40].

La Chine est de loin le premier producteur mondial avec un peu plus du quart du total (33,6 millions de tonnes), production destinée essentiellement (environ 85 %) au marché intérieur pour la consommation en frais. Elle est suivie par cinq pays produisant plus de 5 millions de tonnes : les États-Unis, la Turquie, l'Inde, l'Égypte, l'Italie et l'Iran (Figure 1.1a).

Les échanges mondiaux de tomates en frais portent sur environ 3 à 3,5 millions de tonnes. La part des échanges est un peu plus importante pour l'ensemble des légumes, tout en restant inférieure de 5% de la production mondiale.

L'Europe réalise plus de la moitié des commerces internationaux de tomate en frais dans le monde, avec un solde légèrement déficitaire (150 à 200 000 tonnes).

Le continent américain représente la deuxième zone d'échanges après l'Europe (900 à 950 000 tonnes échanges par an).

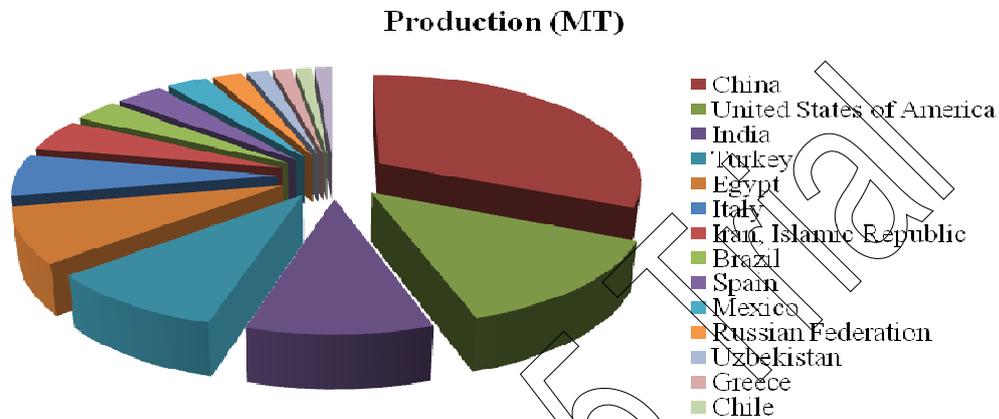


Figure 1.1a: Production mondiale de la tomate [40].

Enfin le proche et le Moyen-Orient regroupent environ plus de 10% des échanges mondiaux. Les principaux pays fournisseurs sont la Turquie suivie de la Jordanie et la Syrie alors que les clients sont l'Arabie saoudite, les émirats arabes, le Bahreïn et le Koweït [41].

1.1.1.2. Importance économique en Algérie

En Algérie, la tomate a pu gagner une place importante dans l'économie du pays, c'est un légume de base pour la population Algérienne et elle prend la deuxième place en maraîchère (820137 Tonnes) après la pomme de terre (1506859 Tonnes) (Figure 1.1b). C'est un légume qui est cultivé dans toutes les régions, notamment au littoral dans le secteur maraîcher comme il occupe une grande place dans le secteur industriel, dans la Mitidja (Boufarik, Soumâa, Blida) et surtout dans les régions du nord est algérien (Annaba, Guelma, Skikda et Jijel) [42].

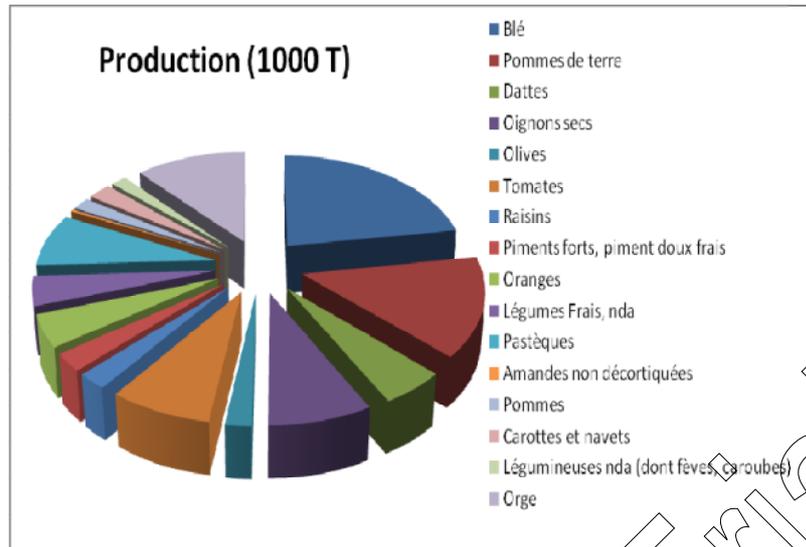


Figure 1.1b: Position de la production de la tomate en Algérie [40].

1.1.1.3. Intérêt alimentaire

La tomate est très prisée pour son intérêt alimentaire et sa valeur nutritive. Le fruit est très riche en vitamine C, en sucres (glucose et fructose), et en acide organique (acide malique, acide citrique) qui détermine le goût de ce légume (Tab.1.1), [43]. Ses teneurs en potassium, en vitamine A (750 UI pour 100g), en β carotènes (10mg pour 100g) et sa richesse en pigment lycopène en font un légume à propriétés anti-cancéreuses notamment.

Tableau 1.1: Constituants chimiques de la tomate (100 g matière fraîche) [43].

Composition	Teneur	Composition	Teneur
Matière sèche	4-7%	Phosphore	93 mg
Sucre	1.9-4.9%	Magnésium	80 mg
Protéine	0.55-1.65%	Chlore	69 mg
Acide organique	0.35-0.85%	Sodium	60 mg
Vitamine C	26-50 mg	Calcium	60 mg
Vitamine B 1	0.7-0.9 mg	Fer	23 mg
Vitamine B 2	0.4-0.8mg	Potassium	34 mg

1.1.2. Eléments de botanique et de croissance

1.1.2.1. Description botanique sommaire

La tomate est une Solanée dont le système racinaire bien développé est pivotant avec des racines secondaires importantes [43]. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire [44]. Les feuilles sont alternes et sans stipules, composées, pennées, toxiques à cause des quantités importantes d'alcaloïdes qu'elles contiennent [45]. La floraison chez la tomate est centrifuge, se faisant progressivement du centre de l'inflorescence vers la périphérie [46]. Les graines sont aplaties, plus au moins lenticulaires, petites, grisâtres ou beiges et velues, nombreuses dans chaque fruit, [47]. Les tomates sont des baies composées d'un tissu loculaire comprenant des graines et sont regroupés spatialement en « bouquet » (Figure 1.2). La source principale d'eau pour la croissance du fruit de tomate est la sève phloémienne [48].



Figure 1.2: Inflorescences et baies de tomates [46].

1.1.2.2. Croissance et développement

Les différentes variétés de tomates sont classées selon deux types : le type déterminé et le type indéterminé, en fonction de leur tige [49].

Chez les variétés à croissance déterminée, un bouquet terminal apparaît après deux à quatre inflorescences et plusieurs bourgeons axillaires se développent. La floraison est donc concentrée sur une période limitée suivie d'une période de croissance des fruits de 45 à 55 jours. Elle sépare l'épanouissement de la fleur de la récolte du fruit en fonction de la température [50]. Les variétés à croissance indéterminée présentent une tige principale poussant avec régularité en formant un bouquet à fleurs toutes les 3 feuilles. Généralement, la production des fruits est prolongée, on peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal en général au dessus du 4^{ème} ou 5^{ème} bouquet [51].

1.1.2.3. Exigences écologiques

La température optimale de croissance varie entre 13 et 25°C. La fructification chez la tomate s'effectue à des températures comprises entre 23 et 25°C [52]., mais les températures trop élevées (entre 35 et 40°C) provoquent la coulure des fleurs et réduisent le taux de nouaison [53].

La lumière est un facteur écologique essentiel. Durant les 30 à 45 jours qui suivent le semis, les fortes intensités lumineuses favorisent le raccourcissement de l'axe et l'induction des 1^{ers} bouquets surtout à des températures basses [54 ; 47]. Par contre, un manque de lumière peut inhiber cette induction [55]. En cours de floraison, une forte intensité lumineuse régularise la croissance du style et favorise la pollinisation surtout dans le cas de température élevée du substrat [47].

ZUANG (1991) [56] puis CHIBANE (1999) [54], ont montré parfaitement que la tomate n'a pas d'exigences particulières en matière de sol, cependant, elle s'adapte bien dans les sols profonds, meubles et aérés et bien drainés, une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est préférable.

Les besoins en PH peuvent être couverts par des apports de 25% des besoins globaux durant la phase végétative, 50% durant le pic de la cueillette et 25% durant la dernière phase de la culture. La tomate est très tolérante en pH [52]. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6.0 et 7.0, [47].

Par ailleurs, la tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants. Les doses d'engrais minéraux doivent être déterminées en fonction de la richesse du sol et du stade de développement [55]. Le démarrage de la croissance de la plante est meilleur lorsqu'elle trouve des matières nutritives dans la rhizosphère [57]. Les besoins en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la technologie de production, de la nature du sol, de la stratégie d'irrigation et du rendement [58].

1.1.3. Principaux bioagresseurs de la tomate

1.1.3.1. Maladies

Les maladies de la tomate sont classées en deux groupes : les maladies parasitaires causées par des champignons, des bactéries, et des virus et les maladies non parasitaires ou physiologiques. [59].

Les plus importantes de ces maladies dont nous avons mentionné les symptômes en appendice sont dues à des champignons: le Mildiou *Phytophthora infestans* [60]. [61], les alternarioses *Alternaria solani*, *Alternaria tomati*, *Alternaria danci* [54]. les Fusarioses *Fusarium oxysporum*, *Fusarium falcatum*, *Fusarium sclerotiorum* [60]. [61]. et la pourriture grise *Botrytis cinerea* [58]. Les maladies virales sont principalement la verticilliose due à *Verticillium dahliae* [59]. la mosaïque de la tomate due au Virus de la mosaïque de tabac [60]. [61]. et le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate (TYLCV). Les principales maladies bactériennes sont surtout le chancre bactérien (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) [58]. et la Moucheture de la tomate provoquée par *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, [54].

1.1.3.2. Nématodes et Ravageurs

Les nématodes affectant la tomate appartiennent principalement au groupe des nématodes à galle (*Meloidogyne spp*) qui provoquent la formation de galles racinaires [60 ; 61].

Parmi les ravageurs, on peut distinguer les acariens *Tetranychus spp* dont les larves et les adultes sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent. Les dommages qu'ils provoquent sont les plus importants pendant la saison sèche [44].

Les Aleurodes *Bemisia tabaci*. Gennadius engendrent un rabougrissement des apex et le développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, en plus de la transmission des virus TOCV, TICV et TYLCV [58]. Les pucerons (Aphidae) outre leurs dommages directs, transmettent également différents virus [44]. Les cicadelles avec *Hialesther obsoletus* transmettent le stolbur et sont vectrices de mycoplasmes [58]. Par ailleurs, les thrips (*Thripidae*) dont *Thrips tabaci* Lind. entraînent par leurs piqûres des décolorations argentées du feuillage [47]. Chez les noctuelles, *Agrostis segetum* Oberdorfer (1938) et *Chloridea armigera* (Hübner), les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.

1.2. Présentation de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (meyrick, 1917)

La mineuse de la tomate est un *Lépidoptere de la famille des Gelechiidae*. Cet insecte est extrêmement prolifique, puisqu'en conditions optimales il produit jusqu'à 12 générations par an, avec une fécondité individuelle pouvant dépasser les 250 œufs [62]. En serre de tomate, *T. absoluta* peut avoir 9 générations par année [63].

Cette nouvelle espèce invasive a pour synonymes *Phthrimaea absoluta* (Meyrick, 1917); *Gnorimoschema absoluta* (Clarke, 1962); *Scrobipalpula absoluta* (Povolny, 1964). Le nom scientifique *Tuta absoluta* fut donné par Povolny, en 1994. [64 ; 65]. Ce Lépidoptère a été signalé la première fois dans la zone Euro-méditerranéenne à la fin 2006 [66]. Il a été mis en évidence au Maroc et l'Algérie au printemps 2008 [1]. Les figures (2.1 ; a et b) montrent les premières détections de *Tuta* dans les pays européens et en Afrique du nord ainsi que l'importance de la distribution à travers les différents pays.

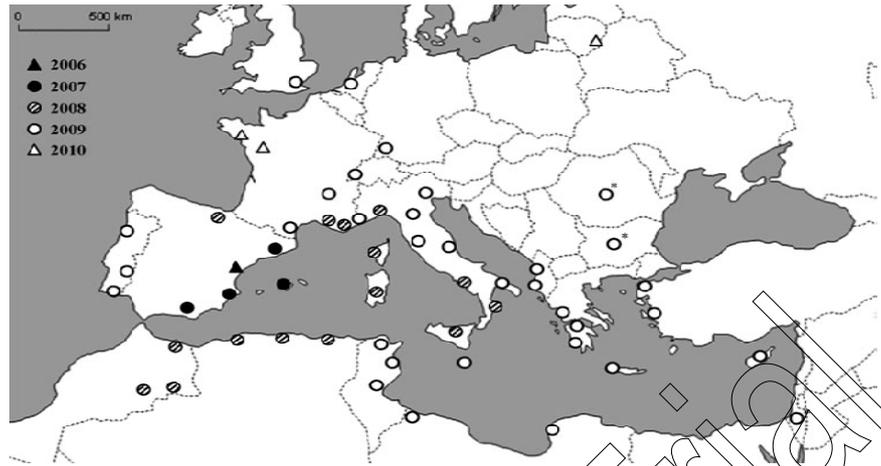


Figure 2.1a : Carte représentative des premières détections de *Tuta absoluta* dans différents secteurs des pays méditerranéens et européens entre 2006 et 2010 [6].



Figure 2.1b : Distribution de *Tuta absoluta* en Europe et les pays Nord africains [6].

La mineuse de la tomate observée en Algérie est celle décrite par Gonzalez (1989) et confirmée sur la base de l'étude des génitalia par [24].

1.2.1. Caractères morphologiques des différents stades et cycle évolutif (figure 2.2)

Tuta absoluta est un lépidoptère Gelechiidae de petite taille comprise entre 6 et 7 mm [67]. avec des antennes filiformes. Les ailes postérieures sont étroites et frangées [68]. les ailes antérieures présentent des taches noires, les femelles étant plus larges et plus volumineuses que les mâles, [6]. Les œufs cylindriques (taille 0,4 x 0,2 mm) et jaunâtres sont déposés isolément, sous les feuilles surtout, ou sur les sépales, les fruits [62]. La chenille est de couleur crème puis devient verdâtre et rose clair. Elle mesure à la naissance entre 0,6 et 0,8 mm. Le stade L3 mesure environ 4,5 mm et le dernier stade (L4) environ 7,5 mm, au maximum 8 mm [68]. La chrysalide nouvellement formée est verte puis devient marron foncé [69]. La 3^{ème} et 4^{ème} étape larvaire est très mobile et peut également être trouvée en dehors des mines. Toutes les étapes de la plante de tomate peuvent être attaquées, les mines et les galeries peuvent être remarquables [70].

La durée des différentes étapes de la vie de *Tuta absoluta* est de 6 jours pour les œufs, 20 jours pour les 4 étapes larvaires et de 10 jours pour les chrysalides) [65 ; 66]. de 7 à 8 jours [71]. 21 à 22 jours [4] . Pour les adultes. Le cycle biologique est accompli en 29-38 jours selon les conditions environnementales. Des études au Chili ont montré que le développement dure 76.3 jours à 14°C, 39.8 jours à 19.7 °C et 23.8 jours à 27.1 °C [9].

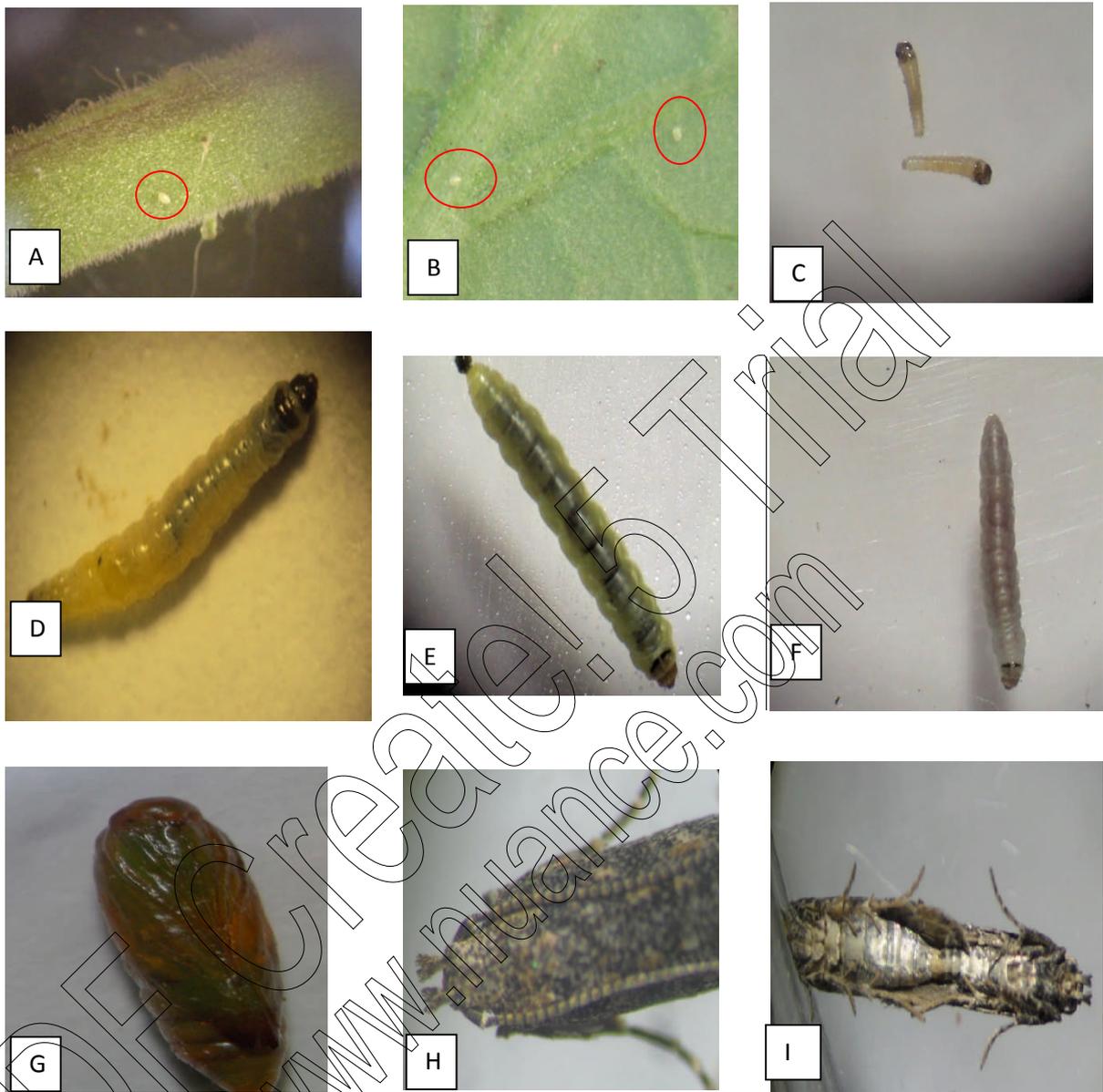


Figure 2.2 : Les différents stades biologiques de *Tuta absoluta*.

(A, B) Œuf de *Tuta absoluta* (Original) (G: x4), (C) : L1(Original) (G: x4). (D) : L2 (Original) (G: x4). (E) : L3 (Original) (G: x4 ; (F) : L4(Original) (G: x4). (G) : Nymphe (Original) (G: x4) ; (H) : Adulte (Original) (G: x3.5) (I) : Accouplement (Original) (G: x3.5)

1.2.2. Plantes hôtes et dégâts

Tuta absoluta (Meyrick, 1917) est un ravageur important de la tomate qui se nourrit également d'autres plantes hôtes de la famille de *Solanaceae* comme la pomme de terre et l'aubergine [72 ; 73 ; 74]. Sur le tabac [75]. sur *Solanum lyratum* au Japon [76]. sur le poivron *Capsicum annuum* ainsi qu'à d'autres *Solanaceae* adventices ou ornementales telles que *Datura stramonium*,

la stramoine épineuse (*D. ferox*), les morelles (morelle jaune *Solanum elaeagnifolium*, morelle noire *S. nigrum*) [68].

Les dommages sont produits quand les larves s'alimentent sur les mines des feuilles, affectant de ce fait la capacité photosynthétique de la plante, [77]. Des pertes de récolte jusqu'à 100% ont été rapportées, comme en Espagne en 2008 [78]. Le rendement et la qualité des fruits peuvent être sensiblement réduits par la destruction des feuilles et des tiges et par des dommages dans les fruits Figure 2.3 [79].

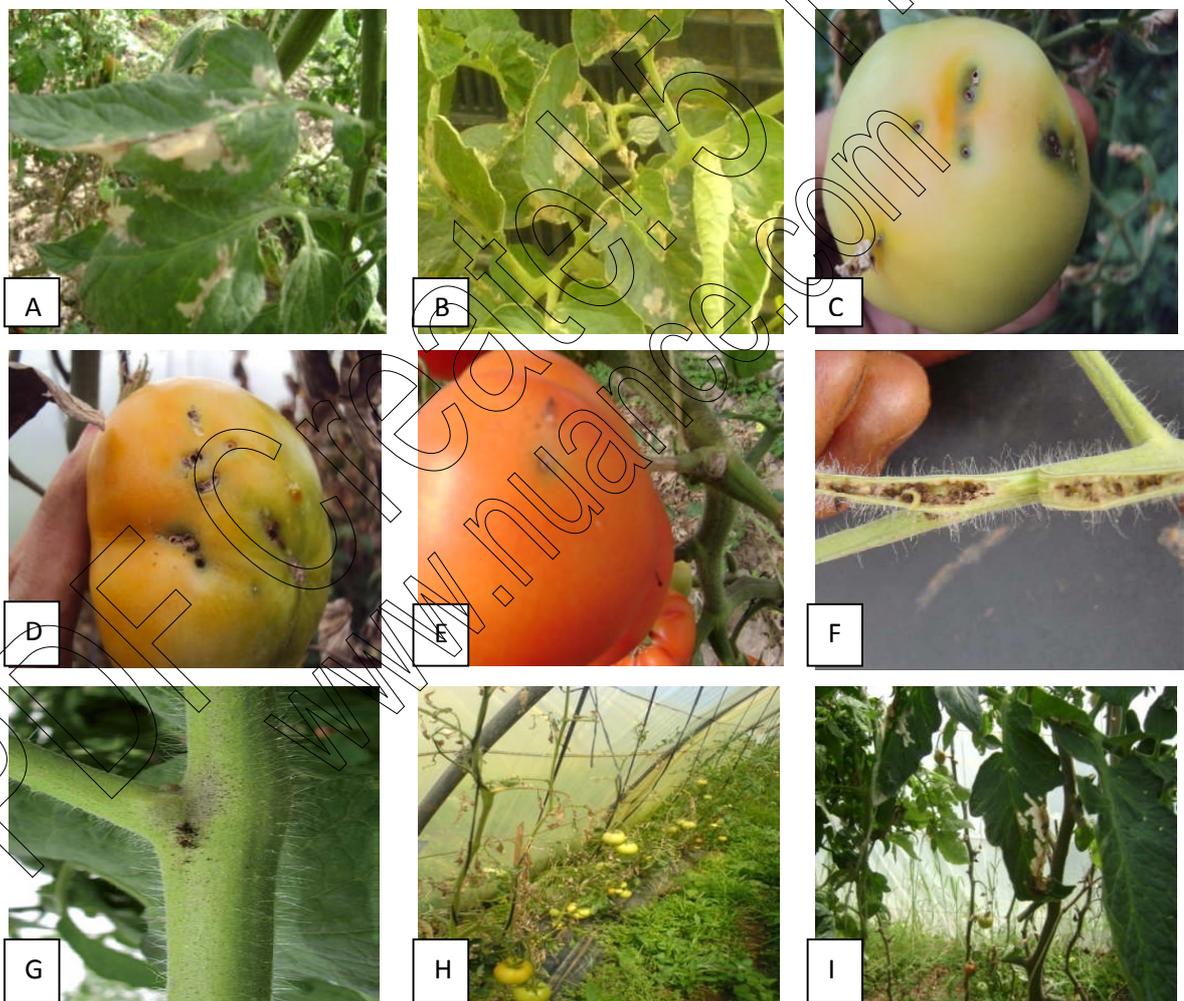


Figure 2.3 : Dégâts de *Tuta absoluta* sur feuille, tige et fruit. (A et B) dégât sur feuille (original). (C, D et E) dégât sur fruit (original). (F et G) dégât sur tige (AMAZOUZ, 2008). (H et I) plante attaquée par la mineuse (original).

1.2.3. Moyens de lutte

1.2.3.1. La lutte chimique

Différentes matières actives sont utilisées contre les stades larvaires et adultes de *Tuta* (Tableau 1.2). Des insecticides biologiques particulièrement à base de *Bacillus thuringiensis* et le Spinosad sont utilisés contre les jeunes larves. En effet le recours à la lutte chimique est indispensable car elle constitue la ressource sûre à laquelle l'agriculteur maraîcher a accès tout le temps.

Tableau 1.2 : Insecticides employés contre les larves et adultes de la mineuse dans la production de tomate [63].

Matières actives	Nom du produit	Stade de l'insecte
Methoxyfenoxide	<i>Runner</i>	Jeunes larves
<i>Bacillus thuringiensis.</i>	<i>Turex 50 WP</i> <i>Xen Tari WG</i>	Jeunes larves
Indoxacarb	<i>Steward</i>	toutes les étapes Larvaires
Pyrethrine	Piperonylbutoxide <i>Spruzit vlb.</i>	Larve / Adulte
Teflubenzuron	<i>Nomolt</i>	Jeunes larves
Spinosad	<i>Tracer</i>	Larve
Deltamethrin	<i>Decis Micro/EC</i>	Larve / Adulte
Methomyl	<i>Methomex 20LS</i>	Larve

Contrairement, les deux autres systèmes de lutte par piégeage massif ou par la voie des auxiliaires exigent une prise en main collective, régionale organisée. Ce qui dépasse les capacités des agriculteurs car cela échappe à leur pouvoir de décision [80].

Cependant, l'utilisation des pesticides contre *Tuta absoluta* a montré une efficacité limitée, même après l'augmentation de la fréquence d'application et le changement des types d'insecticides utilisés [81].

La résistance à certains insecticides a été rapportée dans plusieurs pays [82]. Des effets secondaires ont été constatés sur les ennemis et les pollinisateurs des cultures [63].

1.2.3.2. La lutte biologique

1.2.3.2.1. Utilisation des auxiliaires

En raison des aspects négatifs de l'utilisation des insecticides, beaucoup de chercheurs avaient considéré des méthodes alternatives depuis 1991 en utilisant des entomophages de ce ravageur, [83].

Plus de 20 espèces de parasites ont été décrits pour *T. absoluta* [84]. (Tab. 2.2). Plusieurs essais de lutte biologique contre ce ravageur sont connus d'Amérique du Sud, particulièrement avec le parasitoïde des œufs *Trichogramma* [85]. L'efficacité de ces agents biologiques contre *T. absoluta* est inconnue, bien que les meilleurs résultats soient bons pour *Trichogramma* et *Macrolophus*. [63].

Avec les Trichogrammatidae, parasites des œufs [6]. mentionnent les acariens Phytoseidae ainsi que des punaises Miridae des genres *Nesidiocoris* et *Macrolophus* (Tab. 2.2). Les Hyménoptères Eulophidae et Braconidae avec les Hémiptères Nabidae sont parasites et prédateurs des larves.

1.2.3.2. 2. Le piégeage massif

Une autre méthode efficace pour surveiller la population de *T. absoluta* est basée sur l'utilisation des phéromones sexuelles. [13]. Le piégeage massif à l'aide des pièges à phéromone est un moyen de lutte complémentaire qui a pour effet la

réduction importante de la population des mâles de *T. absoluta* et par conséquent des accouplements. [86].

Tableau 1.3 : Les principaux ennemis de *Tuta absoluta* dans le bassin méditerranéen [6].

Ordre	Famille	Espèces	Stade biologique
Hymenoptera	Eulophidae	<i>Necremnus artynes</i> (Walker)	L2–L3
		<i>Hemiptarsenus zilahisebessi</i> (Erdo.)	
	Braconidae	<i>Braconidae</i> sp.	-
Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>Trichogramma achaeae</i> (Nagar & Nagarkatti)	œuf
		<i>Trichogramma</i> sp.	
Hemiptera	Miridae	<i>Nesidiocoris tenuis</i> (Reuter) <i>Macrolophus pygmaeus</i> (Rambur) <i>Dicyphys marrocannus</i> (Wagner)	œuf et jeune larve
	Nabidae	<i>Nabis (Nabis) pseudoferus ibericus</i> (Remane)	larve
Hymenoptera	Vespidae	Espèce Indéterminée	Larve
Acariens	Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i> (Athias) <i>Amblyseius cucumeris</i> (Oudemans)	œuf sur aubergine

Malgré la particularité de *Tuta absoluta*, ce ravageur reste parfaitement contrôlable si l'on prend certaines mesures de bases. [7] ; préconise de maintenir les parcelles destinées à la plantation propres, par l'utilisation de pièges adhésifs ainsi que l'isolation des serres avec des filets en complément des doubles portes. Les actions préventives, pendant les premières phases de plantation, sont en outre nécessaires par l'utilisation de pièges à phéromones pour signaler la présence du ravageur et mesurer le risque d'infestation, l'élimination manuelle des premières folioles endommagées par les larves, la suppression des fruits infestés par *Tuta* et la destruction des mauvaises herbes autour des serres.

PDF Create! 5 Trial
www.nuance.com

CHAPITRE 2

MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation des régions d'étude

Nos investigations sur l'état d'infestation de *Tuta absoluta* sur la tomate sous serre, se sont déroulées dans le nord de l'Algérie, précisément dans les régions du littoral (Douaouda) et du sublittoral au niveau de la Mitidja occidentale (Oued Djer, près d'El affroun), à vocation essentiellement maraichère.

2.1.1. Caractéristiques générales de la région de Douaouda et du site d'étude

La région de Douaouda est une région située sur la côte algéroise (fig.2.1a). Le littoral algérien s'étend depuis Tipaza à l'Ouest, jusqu'à Surcouf à l'Est. Il est constitué par la façade maritime du Sahel à l'ouest et par une étroite bande côtière de la Mitidja à l'Est [87]. Il est composé de plaines légèrement en collines constituées de terrains sablonneux [88].

Les sols sont de nature sableuse, pauvres en argile et en humus [89]. mais convenables aux cultures maraichères, et de nature variable d'une région à l'autre. A l'Ouest d'Alger, le littoral est recouvert par des sols sableux. Du centre jusqu'à Ain Taya, la texture est sablo-argileuse et sableuse-humifère jusqu'à Dellys [90].

Notre travail dans la région de Douaouda s'est déroulé au sein de la ferme de l'entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (E.U.R.L) FSPP de Douaouda. Cette station se situe dans la commune de Douaouda, à 35 km du chef lieu de la wilaya de Tipaza. Elle est limitée à l'est par la route nationale reliant Koléa-Douaouda et l'ex- Das « Bonzard », au nord par une entreprise agricole collective (E.A.C) et le chemin communal reliant Fouka-Douaouda, au sud par la

ville de Koléa et l'ex-Das « Zami », et à l'ouest par la propriété privée « Bacha » et la ville de Fouka .

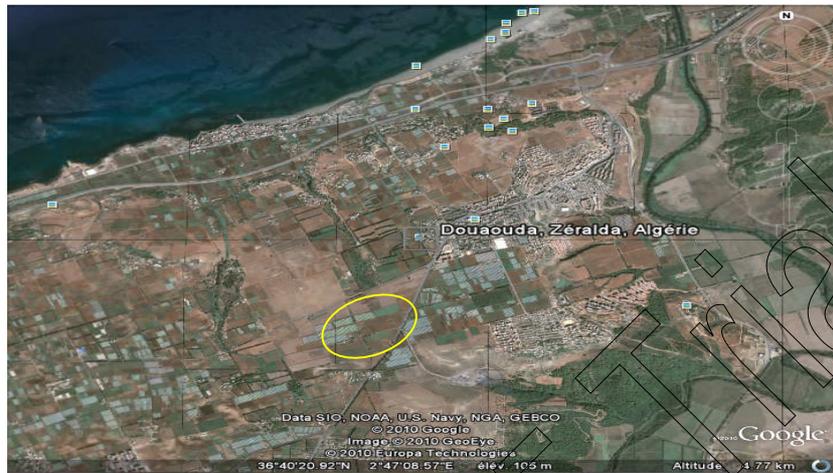


Figure 2.1a : Présentation du site d'étude Douaouda.

Nos observations et prélèvements ont été effectués dans des serres de différentes variétés de tomate et dont la majorité de serres est destinée à la culture de la variété « Doucen » qui est une variété hybride locale. La figure 2.2b montre la disposition des serres maraichères de la station de Douaouda sur une image satellite [91].



Figure 2.2b : Présentation des serres d'échantillonnage, ferme (E.U.R.L) à Douaouda.

Une vingtaine d'autres serres situées au voisinage au nord sont cultivées en 3 autres variétés françaises importées (« Pietro », « Kartier » et « CLX ») et destinées à des essais de culture. L'ensemble des serres étudiées est limité au

nord par des champs de pomme de terre, au sud par des céréales et de la tomate arrière saison, à l'ouest par des serres de poivron et à l'est par un champ de blé tendre (fig.2.2b).

Avant les opérations de repiquage des plants, le sol des serres a été préalablement désinfecté au Mocap à raison de 21 kg par serre. Toutes les variétés de tomate ont été semées le 18 décembre 2010 excepté pour la variété « Doucen » dont le semis a été réalisé le 7 décembre 2009.

Durant toute la période des observations, nous avons constaté des symptômes de viroses (Tomato yellow leaf curl virus) transmis par la mouche blanche *Bemisia tabaci* ainsi que des symptômes de mildiou et de pourriture grise. En dehors des dégâts provoqués par la mineuse de la tomate, nous avons remarqué l'occurrence d'autres espèces de ravageurs notamment le puceron noir et l'acarien rouge. Nous avons considéré l'historique de l'entretien des serres de tomate dès le mois de décembre jusqu'à la fin de notre échantillonnage. Les différents produits phytosanitaires et fertilisants apportés ou non en fertigation sont mentionnés dans le tableau 2.1.

Entre le 12 décembre 2009 et le 1^{er} mai 2010, 22 applications au total comprenant les traitements phytosanitaires, les engrais seuls ou en fertigation ainsi que les produits à base d'hormones de croissance ont été administrées sur les plants à différentes périodes du développement de la tomate (tab.2.2). De décembre à avril, souvent deux traitements à double action insecticide et fongicide ou insecticide et acaricide sont appliqués, excepté en février où l'agriculteur a utilisé le produit « Traceur » à base de matière active biologique. Durant ce mois, l'engrais conventionnel 20-20-20 (NPK) est administré une fois par semaine par fertigation en plus de l'hormone de floraison à base de Procarpil (fig.2.3). L'intervalle entre deux traitements insecticides était de 8 à 12 jours par mois, excepté en février, et de 15 jours à 3 semaines d'un mois à un autre (tab.2.2).

Tableau 2.1. Nature et types des intrants chimiques et biologiques utilisés pendant la période de culture de la tomate dans la station de Douaouda.

Date	Nom	Matière Active	Famille Chimique	Catégorie
12/12/09	Commercial Amitraz + Decis expert	Amitraze + Deltamethrine	Formamidine + pyréthrinoïdes	Insecticide
20/12/09	Antracole 70 WP + Avaunt 150 SC	Propinèbe + Indoxacarbe	Triazole + Oxadiazine	Fongicide + Insecticide
22/12/09	Agrispon	Composés organiques de la vitamine B		Hormone de croissance
07/01/10	Themamex *	/	/	Insecticide - Acaricide
13/01/10	13-40-13	/		Engrais localisé
18/01/10	Vertimec 18 EC	Abamectine	Avermectine	Acaricide - Insecticide
25/01/10	11-15-15	/	/	Engrais
03/02/10	Procarpil			Hormone de floraison
07/02/10	20-20-20			Engrais (Fertigation)
15/02/10	20-20-20		/	Engrais (Fertirrigation)
19/02/10	Mancozeb 64 +protiferte	Mancozebe	Dithiocarbamates	Fongicide+ Antistress
24/02/10	20- 20- 20 Traceur		/	Engrais (Fertigation)+ Insecticide
11/03/10	Veritaflash +Hesfol		/	Engrais floral
15/03/10	20-20-20	/	/	Engrais (Fertigation)
18/03/10	Vertimec 18 EC	Abamectine	Avermectine	Acaricide - Insecticide
30/03/10	Themamex *	/	/	Insecticide - Acaricide
01/04/10	20-20-20	/	/	Engrais (Fertigation)
10/04/10	0-45-50	/	/	Engrais
11/04/10	Viritaplash + Rovral	Iprodione	Dicarboximide	Fongicide
17/04/10	Vydate 10 G	Oxamyl	Carbamates	Traitement du sol
26/04/10	Vertimec	Abamectine	Avermectine	Acaricide - Insecticide
01/05/10	20-20-20	/	/	Engrais (Fertigation)

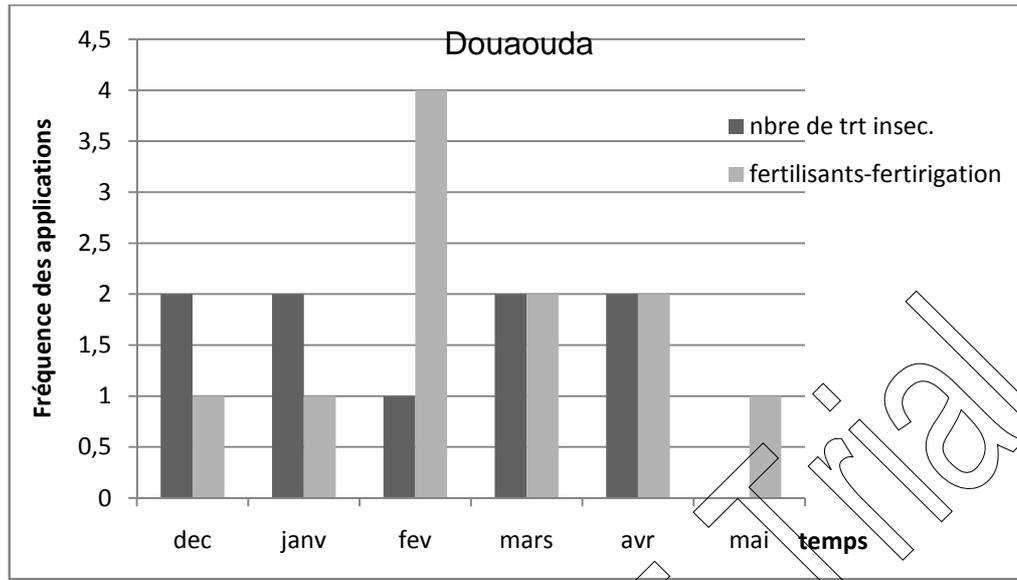


Figure 2.3. Fréquence des applications chimiques dans les serres de Tomate à Douaouda.

2.1.2. Caractéristiques générales de la région de la Mitidja et du site d'étude à Oued Djer

La Mitidja est la plus vaste plaine sub-littorale d'Algérie elle s'étend sur 140.000 hectares, s'étirant sur une centaine de kilomètres de long, et 5 à 20 km de large (fig.2.4). Elle est isolée de la mer par la ride du Sahel, prenant appui sur le vieux massif de Chenoua. Au sud et sur les marges orientales et occidentales, la Mitidja est bordée par tout un ensemble de montagnes. Au nord-ouest et à l'ouest, le Djebel Chenoua et la retombée de la chaîne de Boumaad avec le Djebel Zaccar ferment la plaine. A l'est, le relais est pris par les premières chaînes de calcaire du massif Kabyle (Djebel Bouzegza) [92]. Notre étude expérimentale s'est déroulée au niveau d'une région entre Afroun et Oued Djer, située à quelques kilomètres à l'ouest de la ville d'El Affroun (fig.2.4 et 2.5), dans la région ouest de la plaine de la Mitidja.



Figure 2.4. Délimitations de la région de la Mitidja [92]. et localisation de la région d'étude. (le triangle bleu représente la région d'étude).

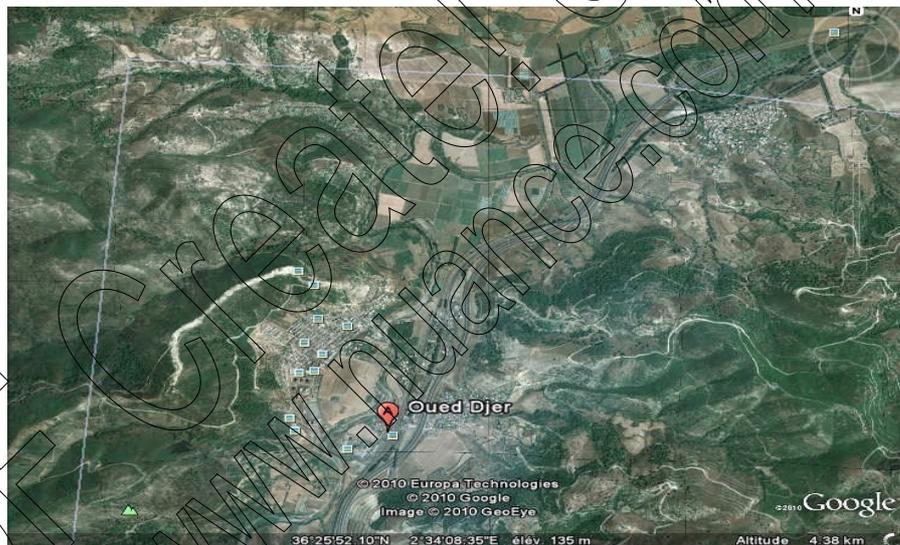


Figure 2.5a : Présentation de la région d'étude (Oued Djer).

Les serres de tomate dans la station de Oued Djer comptent 11 serres toutes cultivées en la variété « Zahra ». Elles sont bordées au nord par un verger d'oranger, au sud par d'autres serres de tomate et un champ d'artichaut, à l'est par un champ de pois et à l'ouest par des céréales (fig.2.5b).



Figure 2.5b : Présentation des serres d'échantillonnage Oued Djer

Les principales maladies et ravageurs observés dans la station d'étude de Oued djer, sont ceux constatés à Douaouda dans les serres de tomate cultivées avec les autres variétés. Avant le repiquage, le sol a été amendé avec de la fumure, un insect proof a été disposé par l'agriculteur de novembre jusqu'à la fin de la culture, en plus de pièges à phéromones installés de janvier à mars. Les plants de tomate « Zahra » ont été repiqués le 2 novembre 2009. Entre le 15 novembre et le 15 avril, 10 traitements insecticides ont été appliqués ainsi que 5 fongicides contre le mildiou en particulier ont été utilisés (fig.2.6) (tab.2.2). Les engrais ont été apportés 9 fois au total dont le 15-15-15 et le 20-20-20 à raison de 3 à 4 applications chacun respectivement. Une fréquence maximale en applications insecticides est observée aux mois de novembre et mars (fig. 2.6).

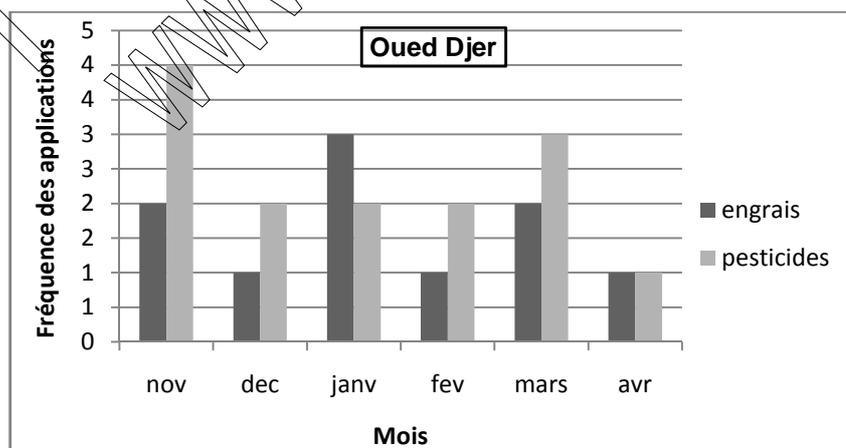


Figure 2.6. Fréquence des applications chimiques dans les serres de tomate à Oued Djer.

Tableau 2.2. Nature et types des intrants chimiques et biologiques utilisés pendant la période de culture de la tomate dans la station de Oued Djer.

Date	Produit	Matière active	Famille chimique	Catégorie
05/11/09	15-15-15 (25kg/serre)	/	/	Engrais
07/11/09	Youri 46% (10kg/serre)	/	/	Engrais
10/11/09	Transact	/	/	Insecticide
15/11/09	Vacomil	64% Mancozebe + 8% Metalaxyl	Dithiocarbamates + Phenylamide	Fongicide
20/11/09	Avaunte 150 SC	Indoxacarbe	Oxadiazine	Insecticide
26/11/09	Confidor	Imidaclopride	Chloronicotinyles	Insecticide
02/12/09	Agrispon	Comp. Org. de la vitamine B	/	hormone de croissance
15/12/09	Vertimec 18 EC	Abamactine	Avermectine	Acaricide - Insecticide
23/12/09	Antracole 70 WP + Avaunt 150 SC	Propinèbe + Indoxacarbe	Triazole + Oxadiazine	Fongicide + Insecticide
25/12/09	15-15-15	/	/	Engrais
30/12/09	Vertimec 18 EC	Abamactine	Avermectine	Acaricide - Insecticide
01/01/10	20-20-20	/	/	Engrais(fertigation)
15/01/10	Cupertine super WP	22.5% Cuivre 3% Cymoxanil	Produits minéraux	Fongicide
20/01/10	Traceur	/	/	Insecticide
23/01/10	Naturelle	/	/	Fertilisant
30/01/10	20-20-20	/	/	Engrais
15/02/10	Themamex *	/	/	Insecticide - Acaricide
20/02/10	Vacomil	64% Mancozebe + 8% Metalaxyl	Dithiocarbamates + Phenylamide	Fongicide
30/02/10	15-15-15	/	/	Engrais
02/03/10	Naturelle	/	/	Fertilisant
06/03/10	Mancozeb	Mancozebe	Dithiocarbamates	Fongicide
10/03/10	Traceur	/	/	Insecticide
15/03/10	20-20-20	/	/	Engrais
25/03/10	(Anti-mildiou)	/	/	Fongicide
04/04/10	15-15-15	/	/	Engrais
15/04/10	Transact	/	/	Insecticide

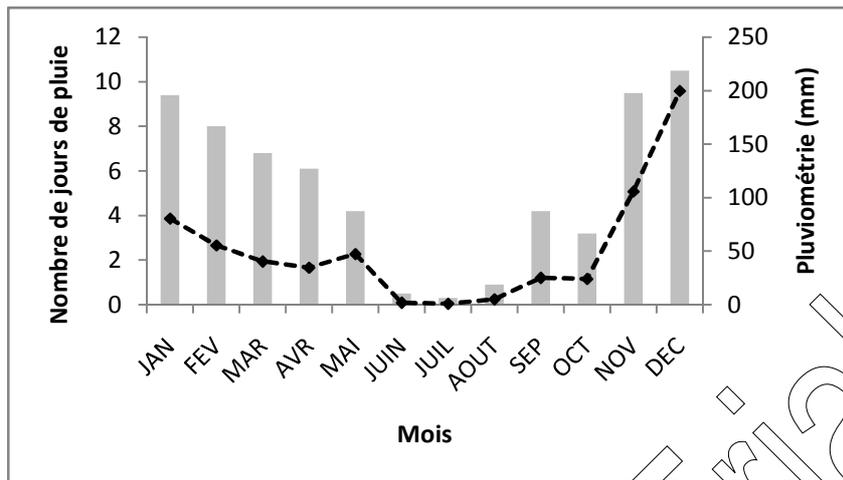
2.2. Synthèse climatique

Les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des insectes et des autres animaux [93].

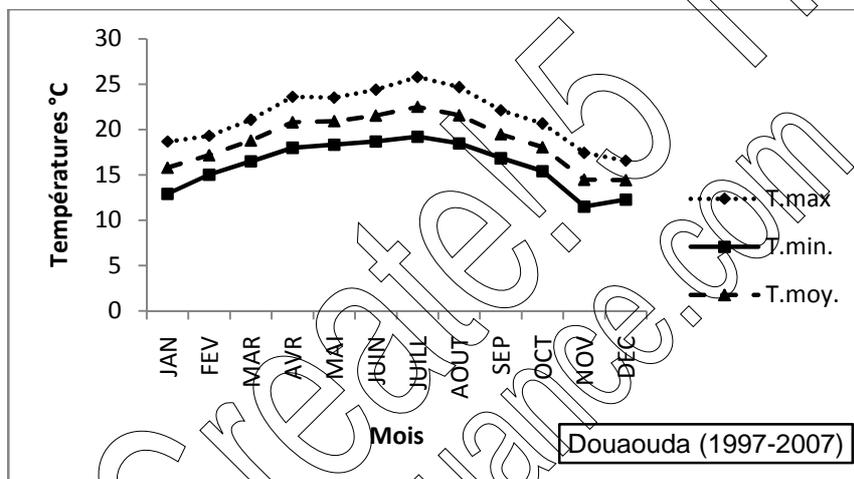
Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue [94]. La température représente en outre un facteur limitant de toute importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère [94]. Selon [95], la région de la côte algéroise est influencée par son relief et sa proximité à la mer.

De manière globale, selon les données climatologiques de la période (1997-2007) enregistrées par la station météorologique de l'Institut Technique des cultures maraichères et industrielles à Staoueli (littoral algérois), la fréquence des précipitations est plus élevée de novembre à février, les mois de décembre et janvier étant les plus pluvieux (fig. 2.7a).

Les minimas moyens des températures sont compris entre 8.5°C et 9.8°C de janvier à mars tandis que les températures maximales moyennes les plus élevées sont enregistrées aux mois de juillet et août avec 30.8°C et 31.72°C respectivement. Les températures moyennes sont douces en hiver entre 12 et 13°C, et ne dépassent pas 26°C durant la période estivale (fig. 2.7b).



a



b

Figure 2.7. Pluviométrie (a) et températures (b) de la période 1997-2007 dans le littoral algérois (Données ITCMI, Staoueli [96].)

Pendant la période de nos observations sur *Tuta absoluta* dans la région du littoral, nous remarquons que la saison automno-estivale est relativement pluvieuse avec des précipitations importantes en septembre, décembre et février. Au printemps, le mois de Mars à lui seul a totalisé 99,2 mm de pluies. Les températures moyennes sont assez douces pendant la période hiverno-printanière de décembre à avril (tab.2.3).

Tableau 2.3 : Variation de la température et de la pluviométrie de la région de Douaouda pendant la période d'étude (de novembre 2009 à avril 2010) (Données ITCMI, Staoueli [96].)

mois	Sept 09	Oct 09	Nov 09	Déc 09	Jan 10	Fév 10	Mar 10	Avr 10
P (mm)	77,9	31,9	47,2	90,7	82,3	55,2	99,2	10,2
T.moy.	23,7	21,9	19,6	15,9	13,6	14,85	15,3	17,2

Les précipitations mensuelles en Mitidja ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été [97]. et varient entre 600 et 900 mm en fonction de la localisation géographique et de l'altitude de la région considérée [92]. Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur des activités biologiques des ravageurs.

En Mitidja, pendant la période 2000 à 2010, les minimas moyens les plus bas des températures varient entre 4.8°C et 5.9°C de janvier à mars alors que les maximas moyens les plus élevés fluctuent entre 33.2°C et 35.3°C de juin à août., les températures moyennes ne descendent pas au dessous de 10°C durant la période automno-hivernale, les températures moyennes estivales peuvent aller jusqu'à 27°C au mois d'août (fig. 2.8).

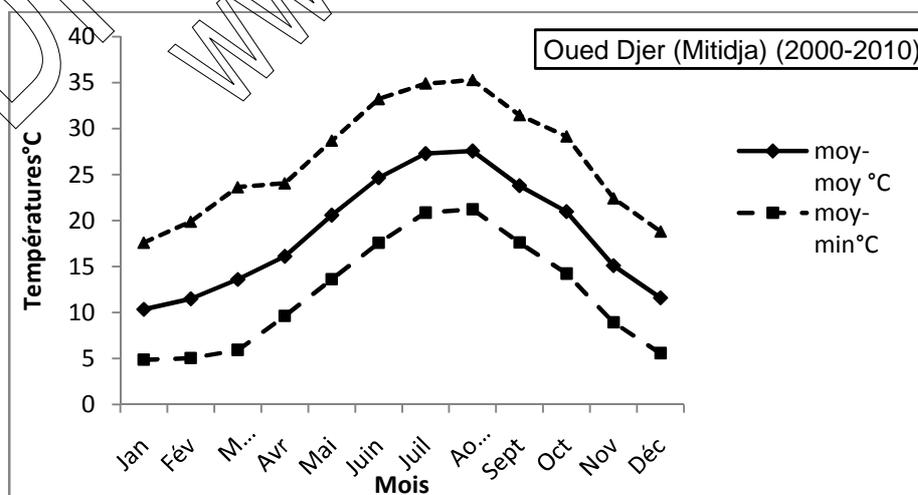


Figure 2.8. Températures de la période 2000-2010 dans la région de la Mitidja Oued Djer, (Données INRH Soumâa [98].).

Par ailleurs, nous avons mentionné les évolutions mensuelles des températures et des quantités de pluie dans la région de la Mitidja durant la période expérimentale (tab.2.4). Globalement les quantités de pluie enregistrées sont importantes de novembre à mars dépassant les 100mm et sont comprises entre 65.5mm et 55.7mm entre mars et mai.

Tableau 2.4 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région de oued Djer (période 2009-2010, données ANRH Soumâa INRH Soumâa [98].) durant la période de l'échantillonnage (novembre à mai).

Mois	Nov. 09	Déc. 09	Jan. 10	Fév. 10	Mars. 10	Avr. 10	Mai. 10
T° moy	16,6	13,7	12,0	13,7	14,0	17,4	19,6
P mm	111,1	150,3	167,2	20,4	65,5	59,7	55,7

2.2.1. Diagrammes ombrothermiques des régions d'étude

La sécheresse s'établit selon Gaussen quand le quotient des précipitations mensuelles (P) exprimé en mm est égal à 2 fois la température, pour un mois donné ($P=2T$). La représentation sur un même graphique des températures et précipitations en ordonnées avec $P=2T$ et les mois en abscisses, permet d'obtenir les diagrammes ombrothermiques qui mettent, immédiatement, en évidence les périodes sèches et les périodes pluvieuses [99].

Nous avons représenté dans les figures 2.9 (a , b) les diagrammes ombrothermiques des régions étudiées sur les périodes de 1997 à 2007, de 1999 à 2009 et les diagrammes ombrothermiques durant l'année d'étude de 2009 à 2010 (fig. 2.7). Au niveau du littoral, durant la période de 1997 à 2009, la période humide s'est étalée du début de novembre jusqu'à la mi mai, la période sèche dure 5 mois de mi mai à mi octobre (fig. 2.9a).

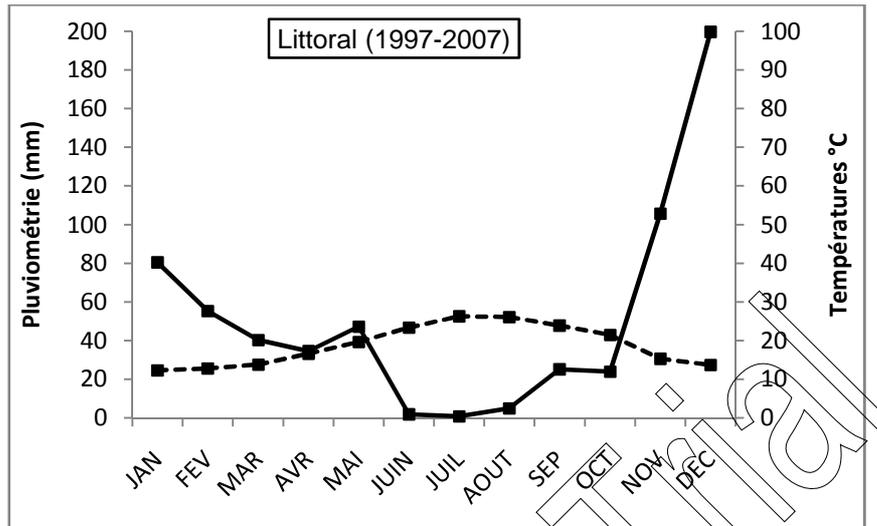


Figure 2.9a : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson relatif à la région de Douaouda (d'après les données climatiques de l'ITCMI, 1997-2007)

[96].

Dans la région de la Mitidja, on constate que la période sèche s'installe à partir de mai jusqu'aux premiers jours de septembre, les pluies se distribuent régulièrement durant le reste de l'année en moyenne (fig .2.6b).

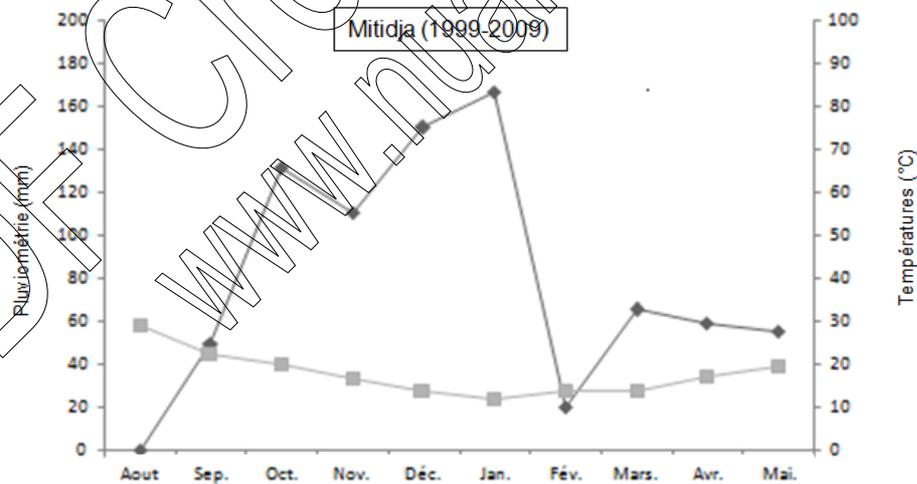
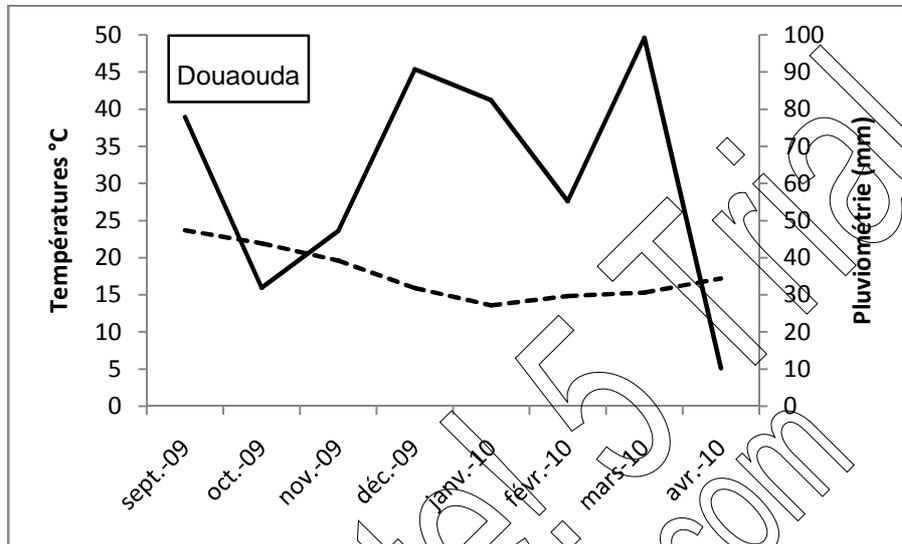


Figure 2.9b : Diagramme ombrothermique de la région de Oued Djer (Mitidja) durant l'année d'étude 1999-2009 (d'après les données climatiques de l'ANRH).

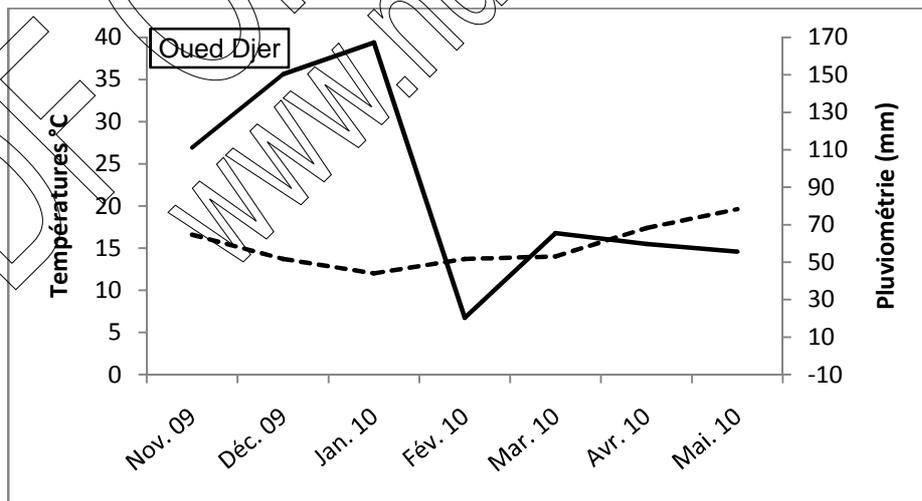
[98].)

D'importantes quantités de pluie ont été enregistrées dans la région du littoral, en septembre, de novembre à janvier puis en mars notamment, le reste des mois avec une exception pour octobre, est particulièrement sec à partir de la mi avril (fig. 2.10 a).



a

Concernant la région de la Mitidja, durant notre expérimentation, on peut dire que les pluies sont bien réparties entre novembre 2009 et janvier 2010 avec des quantités faibles enregistrées durant tout le mois de février. On constate par ailleurs que les mois d'avril et le début du mois de mai sont secs (fig.2.10b).



b

Figure 2.10 : Diagrammes ombrothermiques des régions de Douaouda (a) et Oued Djer (b) durant la période d'échantillonnage.

2.2.2. Climagrammes d'Emberger des régions d'étude

Emberger a défini un quotient pluviométrique qui permet de faire la distinction entre les différentes nuances du climat méditerranéen [100 ; 92]. Cet auteur a mis au point un indice qui tient compte du total annuel des précipitations et des températures minimales et maximales. Cet indice a été simplifié par Stewart en 1969 [101] par la formule suivante : $Q_2 = 3.43 \left(\frac{p}{M-m} \right)$, avec M : moyenne mensuelle en °C des températures maximales du mois le plus chaud, m : la moyenne mensuelle en °C des températures minimales du mois le plus froid, et P les précipitations annuelles en mm.

Nous avons calculé le quotient pluviométrique Q_2 pour les régions du littoral (données climatiques de Staoueli) et de la Mitidja (données climatiques de Soumâa) sur la période 1999-2009. Les calculs du Q_2 obtenu nous ont permis de placer la Mitidja dans l'étage subhumide à hiver frais et le littoral dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux (fig. 2.11). Nous pouvons dire que les régions de Oued Djer et de Douaouda appartiennent à ces deux étages méditerranéens respectivement.

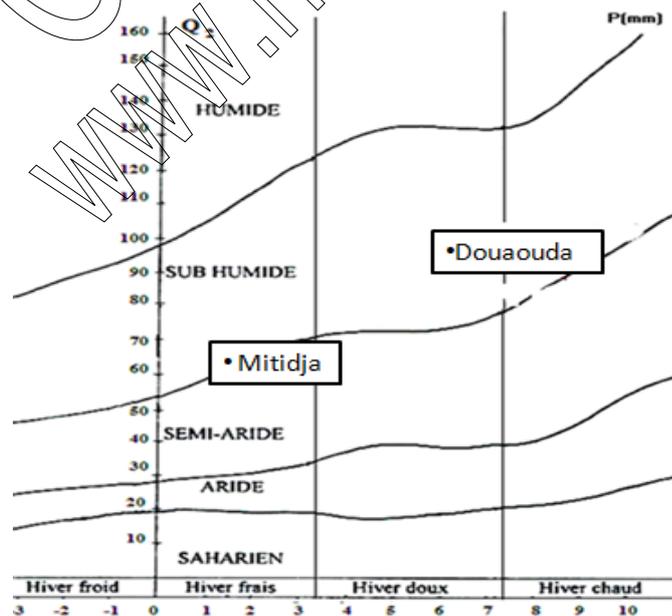


Figure 2.11: Localisation des régions d'étude sur le climagramme d'Emberger.

2.3. Méthodologies d'étude

2.3.1. Sur le terrain

L'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de prélever dans une population des individus devant constituer un échantillon. Un échantillon est dit aléatoire lorsque tous les individus de la population ont une même probabilité de faire partie de l'échantillon [94]. Selon DAJOZ (1971) [102], Le problème essentiel dans l'échantillonnage réside dans le prélèvement d'un échantillon aussi représentatif que possible de la population entière.

Notre échantillonnage a été réalisé dans deux régions différentes à savoir la région de Douaouda au littoral algérois (wilaya de Tipaza) et la région de Oued Djer (wilaya de Blida), depuis le mois de novembre 2009 jusqu'à la fin du mois de mai 2010. Durant cette période, nous avons réalisé des prélèvements hebdomadaires de feuilles de tomate selon la méthode des transects proposée par [103]. Dans chaque serre étudiée, nous avons choisi trois rangées de plants de tomate (Fig. 2.12), l'une au milieu et les deux autres aux extrémités de part et d'autre. Dans chaque rangée, nous avons prélevé à chaque 5 mètres deux folioles de trois niveaux foliaires du plant (basal, moyen et apical). Le nombre total de plants échantillonnés par serre est de 33 plants et le nombre des folioles est de 66 folioles par bouquet.



Figure 2.12 : Méthodologie d'échantillonnage des feuilles dans les serres de tomate.

Le matériel végétal recueilli est mis dans des boîtes en plastique où sont mentionnées les indications nécessaires (date, variété et lieu du prélèvement, rangée et bouquet par niveau foliaire). Les différents échantillons sont examinés régulièrement après chaque sortie de prélèvement. Pour rappel, le suivi de nos observations sur l'évolution de *Tuta* est effectué sur 5 variétés de tomate (fig.2.13) que nous caractérisons brièvement ci après.

La variété « Doucen » est une variété précoce assez vigoureuse d'origine américaine. Sa croissance est indéterminée, elle est cultivée sous serres et n'est pas adaptable à la culture de plein champ. La semence est un hybride F1 de la première génération à haute potentielle de production (45 à 50 qx par serre de 400m²). Les fruits sont ronds, charnus et légèrement aplatis, de poids moyen de 300 à 350g, d'une couleur rouge vif. Cette variété est résistante aux nématodes et à la verticilliose et très sensible au virus TYLCMV.

La variété « Pietro (CLX 37286) » est une variété hybride avec une bonne couverture de feuillage, de très bonne vigueur, de port indéterminé. Les fruits sont de forme ronde légèrement aplatis, avec un poids moyen de 200-250g, calibre 67 mm. Cette variété est résistante au ToMV.

La variété « Kartier (CLX 37304) », plante rustique et compacte est légèrement plus vigoureuse que la variété « Pietro » ouvre l'avantage d'une gamme de résistance plus large. Ses fruits sont plus grands et plus gros que ceux de la précédente. Enfin, la dernière variété de nom de code « (CLX 37284) » est une variété plastique bien adaptée à l'arrière saison, appréciée tant pour la salade qu'en cuisine.

Nous avons conduit nos prélèvements à différentes périodes pour chacune des variétés considérées en fonction de leur date de repiquage et jusqu'aux dernières récoltes des fruits selon les cas (tab.2.5).

Tableau 2.5. Calendrier des échantillonnages sur les variétés de tomate étudiées.

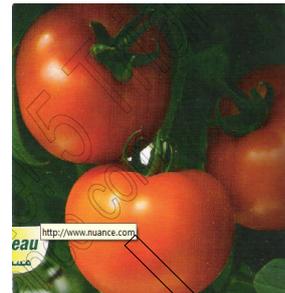
Variété	Nbre d'échantillons examinés	Date de repiquage	Début d'échantillonnage	Fin d'échantillonnage	récolte
« Zahra »	24	02-11-09	24-11-09	02-05-10	Début : 20 février Fin : 19-22 mai
« Doucen »	25	07-12-09	08-12-09	24-05-10	Début : 20 mars Fin : la fin de juin
« Kartier »	19	18-12-10	23-12-09	03-05-10	-
« Pietro »	19	18-12-/10	05-01-09	24-05-10	Début : avril Fin : la fin de juin
« CLX »	19	18-12-10	05-01-09	24-05-10	Début : avril Fin : la fin de juin



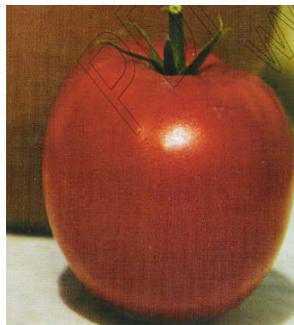
« Doucen »



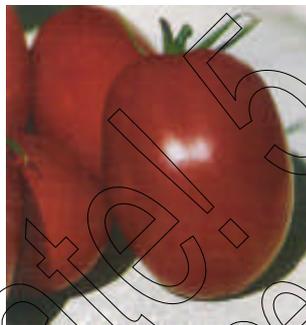
« Zahra »



« Kartier »



« Pietro »



« CLX(37284) »

Figure 2.13. Apparence des fruits des variétés de tomate étudiées.

2.3.2. Au laboratoire

2.3.2.1. Dénombrement des stades biologiques de *Tuta absoluta*

Les feuilles de chaque prélèvement des différents niveaux foliaires du plant considéré, par variété de chacune des régions d'étude ont été conservées au réfrigérateur, afin de stopper le développement des différents stades du ravageur. Ces derniers sont dénombrés sur la totalité de la surface des feuilles sous la loupe binoculaire puis classés selon leurs stades d'évolution larvaire.

2.3.2.1. Obtention des phytopréparations

2.3.2.1.1. Les plantes utilisées

Nous avons pris en considération trois plantes spontanées *Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens* réputées pour leurs propriétés thérapeutiques et leur potentiel biopesticide, afin d'étudier leur efficacité en tant que biocide et envisager leur utilisation comme moyen de lutte alternatif préservant l'environnement. Ces plantes ont été récoltées pendant le mois d'avril pour *I. viscosa* et *S. officinalis* et en mars pour *U. urens*, dans la végétation du département des sciences agronomiques de Blida où elles sont régulièrement abondantes à proximité des parcelles expérimentales durant la saison printanière.

Nous présentons ci après quelques caractéristiques des plantes utilisées.

L'inule visqueuse *Inula viscosa* appelée dans notre dialect courant « Magramen » est une Astéracée assez envahissante, fréquente en région méditerranéenne, où elle fleurit à la fin de l'été et au début de l'automne. Elle affectionne les anciennes cultures, les décombres, les bords des routes et des chemins, formant d'abondantes touffes vertes à capitules jaunes, d'odeur caractéristique.

La sauge officinale *Salvia officinalis* est un sous-arbrisseau de la famille des Lamiacées, souvent cultivé dans les jardins comme plante condimentaire et officinale ou tout simplement pour la beauté de son feuillage et de ses fleurs, C'est une plante très ramifiée, aux tiges de section carrée, à la base lignifiée. Les feuilles pétiolées sont vert-pâle, veloutées, oblongues. Les fleurs, sur des hampes florales érigées, sont regroupées en petits glomérules, La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse. La tige mesure de 20 à 30 centimètres et est très rameuse.

Urtica urens appelée petite ortie ou ortie brûlante fait partie de la famille des urticacées. Originare des régions tempérées de l'Eurasie, l'ortie est une herbacée vivace aujourd'hui naturalisée sur tous les continents. Sa floraison, se

produit de juin à septembre. Elle colonise volontiers les abords des lieux habités qui sont négligés.



Inula viscosa

Urtica urens

Salvia officinalis

Figure 2.14: Plantes utilisées pour les phytopréparations [104]

2.3.2.1.2. Préparation des extraits des plantes étudiées

Une fois récoltées, les organes des trois plantes (feuilles, racines) sont nettoyés à l'eau courante au laboratoire et mis à sécher à l'ombre sous ventilation continue. Après le séchage, ils sont finement broyés à l'aide d'un broyeur à hélice et les poudres obtenues sont conservées à l'abri de la lumière et de l'humidité dans des flacons stériles hermétiquement fermés en vue de leur utilisation en extraits bruts ou dilués.

Une quantité de 100 g de poudre de chaque compartiment des plantes testées est macérée dans un litre d'eau distillée stérile [105]. L'extrait aqueux d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis*, *Urtica urens* est agité pendant 24 heures par un agitateur magnétique. La solution est ensuite filtrée sur du coton hydrophile et sur papier Wattman (de 3mm d'épaisseur). [106]. Le filtrat récupéré représente une solution initiale. Les extraits bruts obtenus ont été ensuite préservés aseptiquement dans des flacons protégés par du papier aluminium contre la lumière puis sont conservés au réfrigérateur.

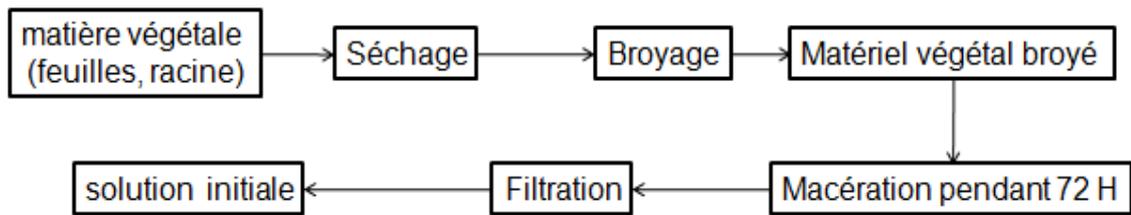


Figure 2.15. Etapes de préparation des extraits végétaux.

2.3.2.1.3. Bioessais et application des phytopréparations

Nous avons procédé à des dilutions des solutions initiales obtenues à partir des extraits des trois plantes, de chaque compartiment séparément, avec de l'eau distillée. Nous préparons 4 lots de traitement, chaque lot comporte 10 feuilles de tomate, constituées chacune de folioles infestées par différents stades larvaires de *Tuta*. Les feuilles sont mises dans des tubes à essai contenant une solution nutritive pour les feuilles afin de maintenir le matériel végétal dans des conditions physiologiques permettant aux larves de s'y alimenter et d'y survivre, et dont il est mentionné la composition en annexe. Les feuilles ont été maintenues dans cette solution nutritive durant une période de 4 jours pour éliminer les mortalités imputables à d'autres facteurs autres que l'éventuelle activité des phytopréparations, au-delà de cette durée. Nous avons dénombré le total des larves initialement avant les différents traitements puis 24h, 48h, 72h et 4 jours après traitement, (fig 2.16).

Le premier lot considéré comme témoin est traité par l'eau distillée, le lot II est traité avec la solution initiale (dose 1). Le Lot III est traité avec la demi dose de la solution initiale (dose 2) et enfin le lot IV est traité avec le 1/4 de dose de la solution initiale (dose 3). Chaque lot respectif reçoit une seule pulvérisation de chaque préparation de telle sorte que le feuillage soit bien imbibé. D'autres lots identiques sont préparés pour les extraits des différentes plantes : nous avons utilisé les extraits aqueux des racines et des feuilles pour *I. viscosa* et *S. officinalis*

et des extraits foliaires seulement de *U. urens*. Pour chacune des trois doses testées, nous avons effectué deux répétitions.

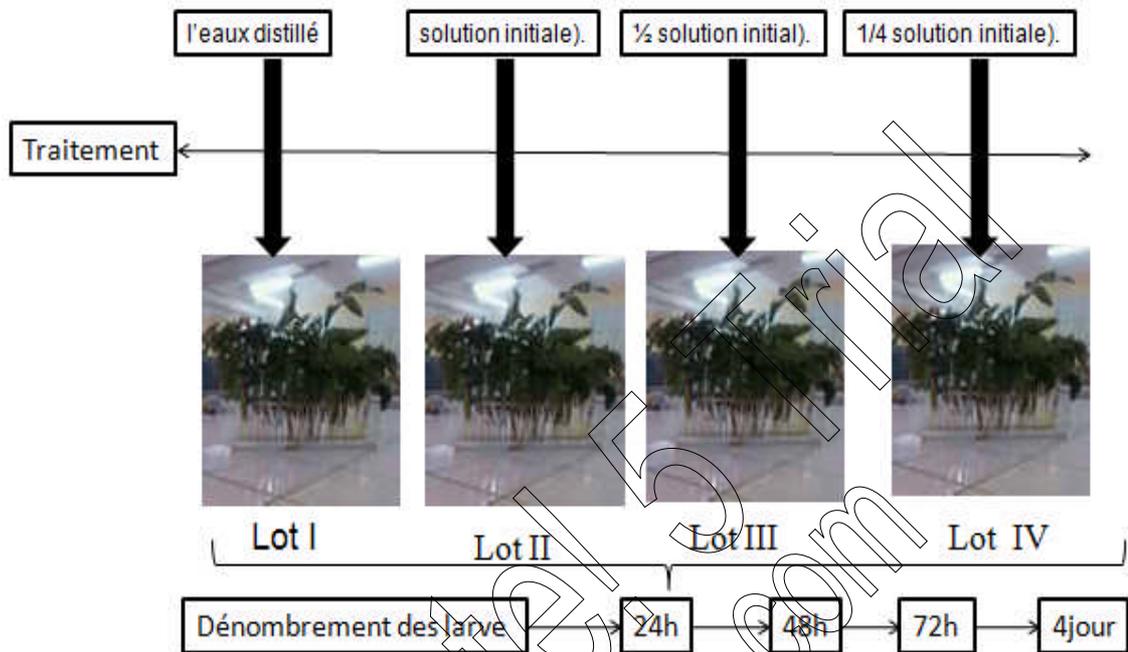


Figure 2.16 : Préparation des lots pour l'application des phytopréparations sur des feuilles de tomate infestées par *Tuta*.

2.4. Analyses des données

2.4.1. Analyses univariées et multivariées (PAST vers. 1.37, Hammer *et al.*, 2001)

Nous avons réalisé une analyse de variance lorsque le problème était de savoir si la moyenne d'une variable quantitative variait significativement selon les conditions. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu (station, variété, niveaux et bouquets foliaires), nous avons utilisé le modèle linéaire global (GLM), pour connaître explicitement l'effet d'un facteur indépendamment.

Dans le cas de variables qualitatives de type présence - absence, ou de type abondance moyenne ou classes d'abondance, nous avons eu recours à une A.F.C (Analyse factorielle des Correspondances). La classification hiérarchique des facteurs lignes ou colonnes se fait en considérant les coordonnées sur les premiers axes, de telle sorte qu'au moins 50 % de la variance cumulée soit observée. La distance euclidienne basée sur les mesures de similarité entre variables a été prise en compte avec le logiciel PAST.

2.4.2. Corrélations-régressions (SYSTAT vers. 7.0, SPSS 1997 et Excel™)

Lorsque 2 variables quantitatives varient conjointement, on doit mesurer la significativité du coefficient de corrélation. En conditions paramétriques, il s'agit du coefficient r de Pearson et en conditions non paramétriques, du coefficient rho de Spearman. L'équation de la droite de régression est calculée lorsque les distributions sont en accord avec la normalité et que le coefficient de Pearson est significatif.

2.4.3. Evaluation de la répartition des populations

La répartition spatiotemporelle des populations larvaires de *Tuta absoluta* sur le feuillage a été évaluée par la variance selon la formule établie dans Dajoz (1985): $S^2 = \frac{1}{n} - 1 \sum_{i=1}^{n-1} (X_i - m)^2$ avec X_i le nombre des individus dans chaque prélèvement, m la moyenne des comptages effectués dans la serre pour un échantillonnage et n le nombre total d'individus dans chaque prélèvement. Selon la valeur obtenue de la variance, la répartition des populations sera régulière si $S^2/m < 1$, aléatoire si $S^2/m = 1$, uniforme si $S^2/m = 0$ et agrégative ou contagieuse si $S^2/m > 1$. La significativité de la distribution contagieuse est donnée par la formule $(n-1) * S^2/m$ avec n le nombre d'échantillons de feuilles, par rapport à la probabilité donnée dans la table du χ^2 avec n-1 degrés de liberté (ddl).

2.4.4. Correction de la mortalité

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de Schneider- Orelli qui est la suivante $MC = 100 * (M - M_t) / (100 * M_t)$, avec MC (%) qui est le pourcentage de mortalité corrigée, M (%) le pourcentage de morts dans la population traitée et M_t (%) le pourcentage de morts dans la population témoin. Les pourcentages de mortalité corrigée ont servi à calculer les concentrations létales 50 et 90.

2.4.3. Calcul des doses létales 50 et 90

L'efficacité d'un toxique se mesure par la DL50 qui représente la quantité de substance toxique qui entraîne la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite à partir du tracé d'une droite de régression, prenant en compte les probits des valeurs des mortalités corrigées en ordonnées par le biais de la table de BLISS in CAVELIER (1976), et les logs décimaux des doses en abscisse. Les pourcentages de mortalité corrigée sont transformés en selon le tableau de probits en annexe. Ces probits sont représentés graphiquement en fonction du logarithme népérien afin d'évaluer la dose létale 50 (DL50) et la dose létale 90 (DL90). Ces deux doses sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression obtenue en utilisant le logiciel Excel : $Y = ax + b$, Y étant le probit de la valeur de la mortalité corrigée, x le logarithme décimal de la dose, et a la pente de l'équation de la droite de régression. On déterminera la dose qui correspond à un probit de 5 (50% de mortalité) d'où la DL50 et la dose qui correspond à un probit de 6.28 (90% de mortalité) d'où la DL90. La DL50 est la dose létale tuant ainsi 50% de la population.

2.4.4. Estimation de la toxicité des traitements

L'évaluation de l'effet toxique des traitements biologiques ont été estimés par la comparaison des abondances exprimées en pourcentages des populations résiduelles (P.R.) des larves de tous les stades confondus selon le test de Dunnett. Le pourcentage des populations larvaires résiduelles est exprimé par le rapport du nombre de formes vivantes dans les lots traités sur le nombre de formes vivantes dans les lots témoins.

PDF Create! 5 Trial
www.nuance.com

CHAPITRE 3

RESULTATS

La première partie du travail présente les évolutions spatiotemporelles et structurales des populations larvaires, en relation avec l'évolution des taux d'infestation comparés de *Tuta absoluta* sur les variétés de tomate étudiées. La deuxième partie présentera les résultats des effets des différents bioessais à base des extraits des plantes spontanées choisies sur les populations larvaires.

3.1. Evolution des taux d'infestation

Nous avons calculé le taux d'infestation mensuel global sur les variétés locales « Doucen » et « Zahra ». Bien que ce taux soit plus élevé (45%) dans la région du littoral (Douaouda) par rapport à celui de la région située au sublittoral à Oued Djer (30%), il n'y a pas de différence significative en comparant les moyennes des taux d'infestation entre les deux régions ($p > 5\%$) (tab. 3.1). Les mois de novembre, décembre, mars et mai sont les mois où l'infestation est élevée dans la région littorale, pour la variété « Doucen ». Dans la région du sublittoral, l'infestation est plutôt élevée en novembre, avril et mai sur la variété « Zahra » (fig. 3.1a).

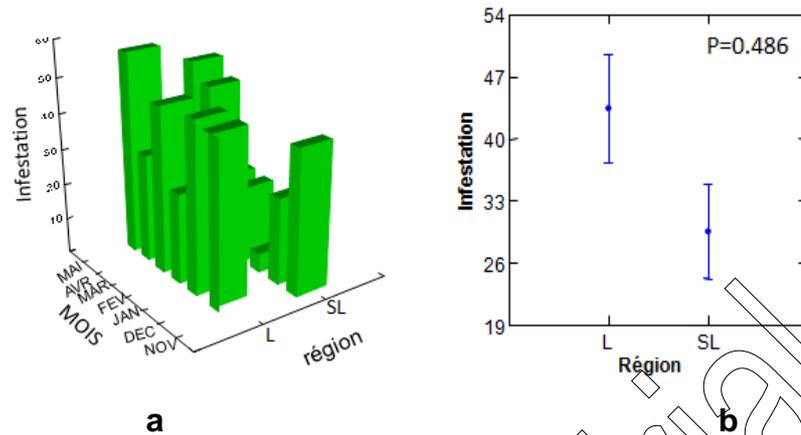


Figure 3.1. Variabilités mensuelles des infestations de *Tuta* (a) sur les variétés « Doucen » et « Zahra » et comparaison de l'infestation au niveau des deux régions étudiées littorale et sublittorale (b).

Tableau 3.1 : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) de la comparaison des moyennes des infestations entre les régions de Douaouda et Oued Djer (variétés « Zahra » et « Doucen »).

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Région	132.071	1	132.071	0.357	0.486

L'étude des pourcentages d'infestation durant toute la période d'échantillonnage montre que des valeurs supérieures à 50% pour les trois variétés (Zahra, fig. 3.2a, Doucen et Kartier, fig. 3.2b) surtout en mai. Ces taux fluctuent de janvier à avril à des intervalles compris entre 10-15% en janvier à 10-45% en avril. Les infestations les plus élevées sont observées sur les variétés « Doucen » et « Kartier » de décembre à mai, fig. 3.2b, et sur la variété « Zahra » d'abord en novembre puis de février à mai. Pour la variété « Doucen », trois pics sont notés en janvier, mars et mai fig.3.2a. Par contre, l'infestation est faible sur les variétés « Pietro » et « CLX » (10 à 15%), entre janvier et mars notamment. (fig. 3.2b).

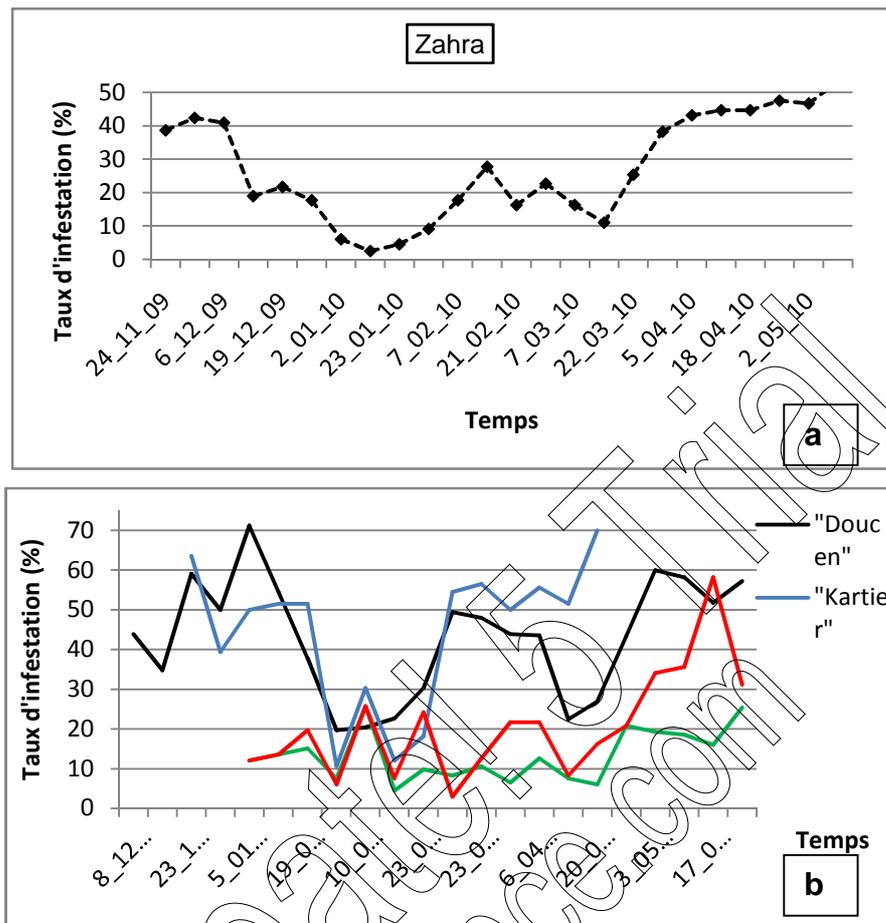


Figure 3.2 : Fluctuations des infestations par *Tuta* sur la variété de tomate « Zahra » dans la région de Oued Djer (a) et sur les autres variétés au niveau de la région de Douaouda (b). D: var Doucen, K. var Kartier, P. var Pietro, C. var « CLX »

3.1.1. Effet variétal sur le taux d'infestation dans le temps

Nous avons comparé les moyennes des taux d'infestation en tenant compte des facteurs variété et mois séparément (Tab. 3.2, fig. 3.3). L'évolution des taux d'infestation présente une variation temporelle hautement significative avec des probabilités respectives $P=0.005$, $<1\%$, (Tab.3.2 et fig. 3.3a).

Tableau 3.2. : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) des taux d'infestation par rapport aux mois et aux variétés.

Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
Mois	4025.360	6	670.893	4.147	0.005
Variété	5425.803	4	1356.451	8.384	0.000

D'après la figure 3.3a, on distingue 3 périodes d'évolution des infestations :

- La première période est importante de novembre à octobre.
- La seconde période se caractérise par une stabilisation à des taux de 20 à 30% de octobre jusqu'à avril.
- Dans la troisième période, on remarque une augmentation rapide du niveau d'infestation qui passe de 30% à plus de 50%.

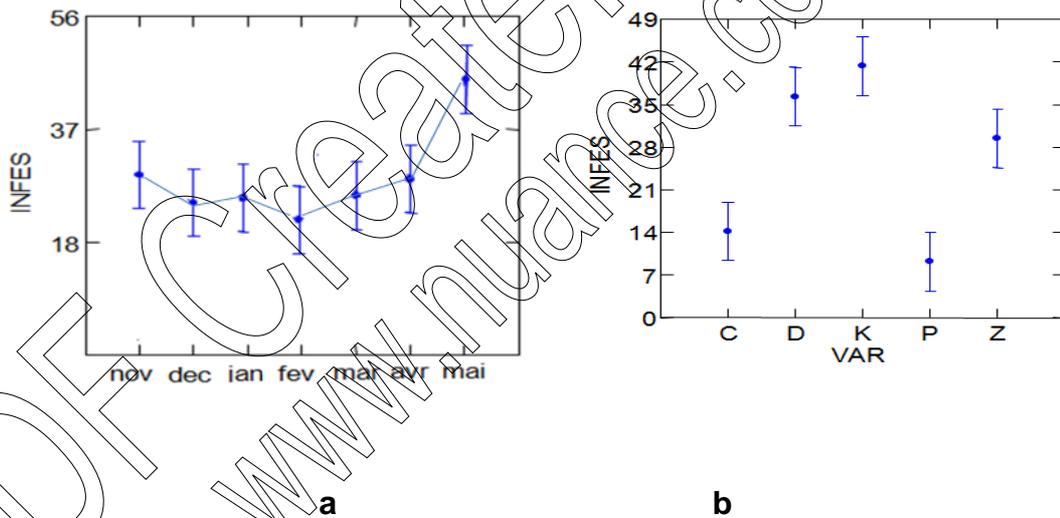


Figure 3.3. : Résultats de l'analyse du modèle GLM sur l'effet de la période d'échantillonnage (a) et de la variété sur le taux d'infestation (b), (C,D,K,P,Z : variétés «CLX, Doucen, Kartier, Pietro, Zahra», infes : taux d'infestation).

L'effet de la variété sur le taux d'infestation est très hautement significatif ($P=0.000$, $<1\%$, Tab. 3.2). Les infestations les plus importantes (entre 30% et 40%), sont observées sur les variétés « Kartier », « Doucen » surtout, et la variété

« Zahra » ; alors que les variétés « CLX » et « Pietro » n'ont présenté que des taux faibles ne dépassant pas les 14% (fig.3.3b).

Nous avons montré comment sont structurées les infestations dans le temps grâce à une AFC (Fig. 3.4a) et une CAH établie sur les mesures de similarité (-0.42) et (-0.48) (fig. 3.4b). L'AFC avec l'axe 1 qui contribue à 55.77% d'informations et l'axe 2 avec 38.98%, ainsi que la CAH font ressortir trois groupes. Le groupe 1 représente les variétés « Pietro » et « CLX » plus infestées en février et mai par rapport aux autres mois d'échantillonnage. Le groupe 2 concerne la variété « Zahra » qui est surtout infestée en avril. Le groupe 3 caractérise les variétés « Doucen » et « Kartier » où l'infestation semble importante en janvier, décembre et mars.

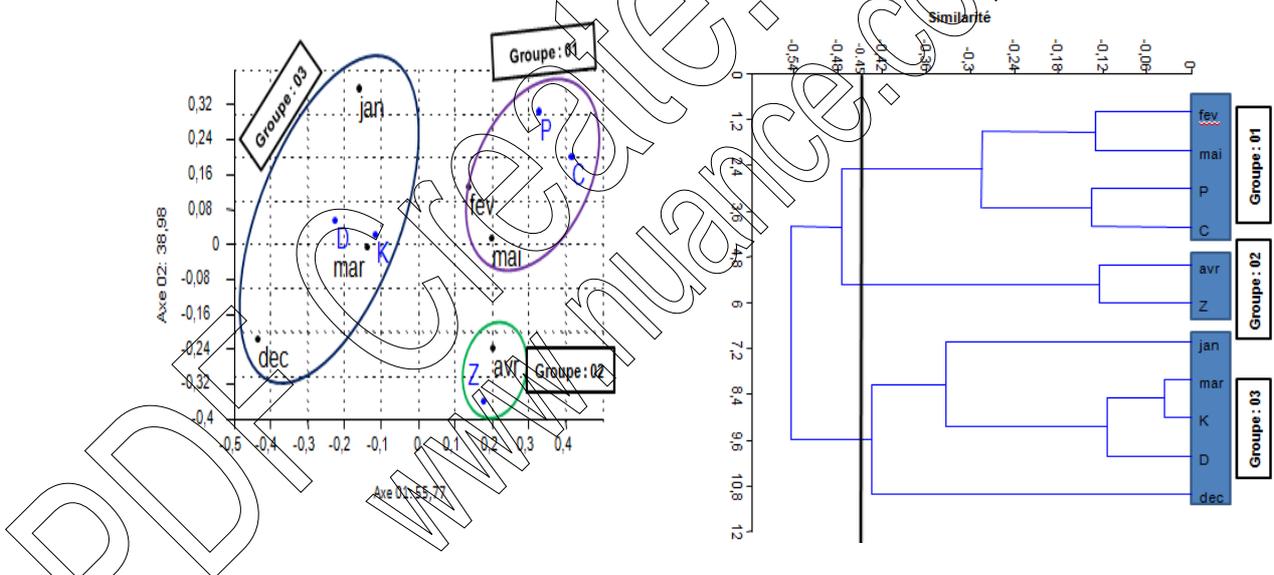


Figure 3.4: Projection des coordonnées des taux d'infestation des différentes variétés et des mois d'échantillonnage sur les axes 1 et 2 de l'AFC (a) et dendrogramme des distances euclidiennes entre les variétés et les périodes d'échantillonnage (b).

3.1.2. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires et les bouquets floraux

Les infestations présentent des variations selon le niveau foliaire, la date d'échantillonnage et les bouquets floraux avec des différences très hautement significatives pour les variétés Zahra, Doucen, Kartier, et Clx 37284, ($P=0.000$, $p<1\%$), à l'exception de la variété Pietro où la différence entre les différentes infestations n'est pas significative ($p=0.32$, $p >5\%$, tab. 3.3) .

Tableau 3.3 : Résultats de l'analyse de variance (modèle GLM) sur l'influence temporelle du niveau foliaire et des bouquets floraux sur l'infestation de chaque variété (les probabilités en grisé correspondent à des différences non significatives).

Variétés	Facteurs	Somme des carrés	d.d.l.	Carrés moyens	F-ratio	P
« Zahra »	Période	11817.743	23,000	513.815	3.342	0.000
	Niveau	7405.501	2,000	3702.751	24.084	0.000
	Bouquet	8211.328	8	1026.416	10.764	0.000
« Doucen »	Période	19467.279	24	811.137	5.461	0.000
	Niveau	14083.884	2	7041.942	47.414	0.000
	Bouquet	4940.055	7	705.722	7.851	0.000
« Kartier »	Période	23791.884	15,000	1586.126	9.916	0.000
	Niveau	6364.999	2,000	3182.500	19.897	0.000
	Bouquet	991.194	3	330.398	0.946	0.429
« Pietro »	Période	1747.902	18	97.106	1.391	0.195
	Niveau	162.929	2	81.464	1.167	0.323
	Bouquet	403.463	6	67.244	2.694	0.036
« Clx 37284 »	Période	4835.557	18	268.642	3.656	0.000
	Niveau	2522.735	2	1261.368	17.166	0.000
	Bouquet	3152.141	6	525.357	9.403	0.000

3.1.2.1. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires (figures 3.5 a,b,c,d et e)

D'une manière globale, c'est l'étage foliaire basal qui est le plus infesté, et l'étage apical qui est le moins infesté, quelque soit la variété. Les taux d'infestation est différent par contre au sein d'un même niveau pour une variété considérée.

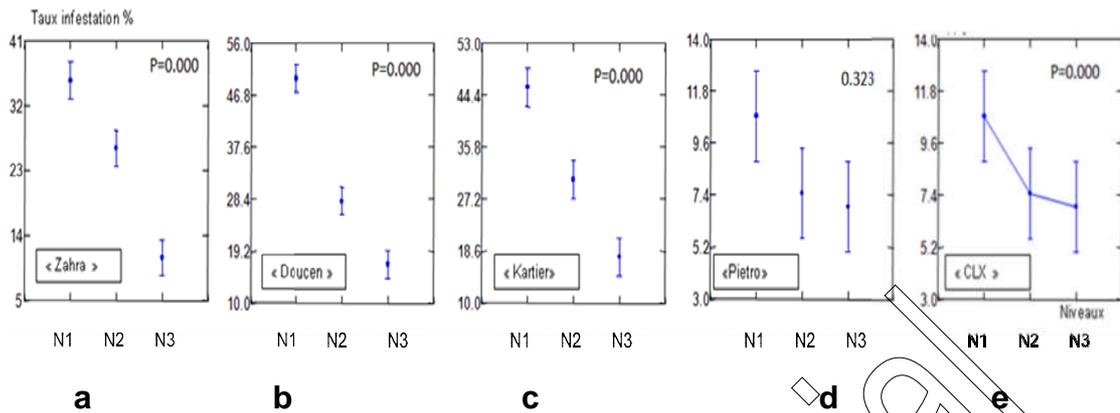


Figure 3.5. Variation de l'infestation selon les niveaux foliaires des variétés étudiées.

Ainsi, au niveau de l'étage foliaire basal (N1), les variétés « Doucen », « Kartier » et « Zahra » manifestent par ordre d'importance les infestations les plus élevées avec des taux de 50%, 45% et 35% respectivement. Alors que des infestations faibles de l'ordre de 10% sont constatées chez les variétés « Pietro » et « CLX ». L'étage foliaire moyen présente pour les variétés « Doucen », « Kartier » et « Zahra » 25% d'infestation seulement et un taux nettement plus faible de 7% pour les variétés « CLX » et « Pietro ». C'est l'étage apical (N3) qui est le moins affecté par les attaques de *Tuta absoluta* (figures 3.4. a,b,c,d et e).

3.1.2.2. Variation de l'infestation selon les bouquets floraux (figures 3.6. a, b, c, d et e)

Le nombre de bouquets de chaque variété considérée est différent, selon le développement de la plante en rapport avec les fertilisants et les pratiques culturales apportés par les agriculteurs dans chaque région (se référer aux tableaux dans le chapitre matériel et méthodes). A titre d'exemple, la variété « Zahra » a été repiquée la première : soit au début novembre et nous avons comptabilisé et observé les infestations de *Tuta* jusqu'au 9^{ème} bouquet au début de mai.

Les différences d'infestation entre les bouquets de la variété « Zahra » sont très hautement significatives ($p=0 < 1\%$) (tab. 3.3). On remarque une infestation très marquée, supérieure à 50% au niveau du bouquet1, mais qui est presque négligeable au niveau du bouquet 9 le plus apical. Les bouquets 2, 3 et 4 persistent durant une durée approximative d'un mois au niveau de l'étage inférieur des plants mais restent caractérisés par des infestations de l'ordre de 20 à 35% environ. Les attaques sont négligeables par contre dans les bouquets restants (B5 à B8), (fig. 3.6 a).

L'infestation est d'autant plus importante ($> 60\%$) dans B1 chez la variété « Doucen », très faible (de l'ordre de 5%) dans B9, elle tend à diminuer progressivement de B2 (40%) aux bouquets suivants (de B3 à B7) en moyenne de 20%, avec des différences très hautement significatives (fig. 3.6 F) ($p=0 < 1\%$), (tab. 3.3).

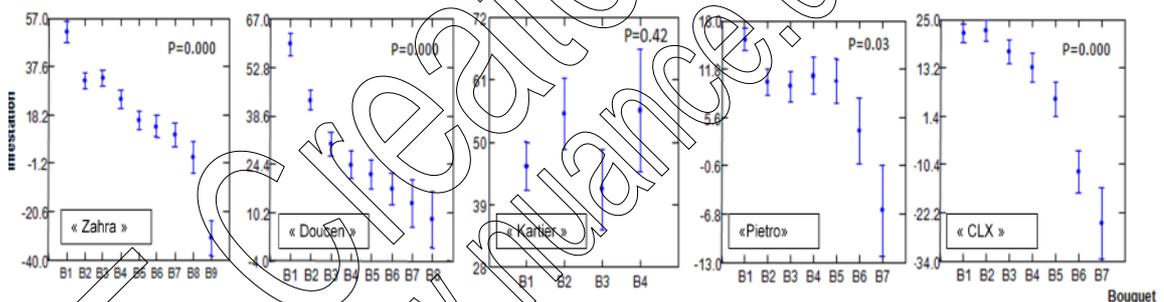


Figure 3.6. Variation de l'infestation selon les bouquets floraux des variétés étudiées.

Le développement de la variété « Kartier » s'est arrêté au 4^{ème} bouquet floral (fig. 3.6c). Les infestations sont variables, inférieure à 50% entre B1 et B3, élevées dans B2 et B4, mais les différences ne sont pas significatives (tab. 3.3). Par rapport aux variétés précédentes, la variété « Pietro » présente des attaques très faibles de l'ordre de 10% sur les bouquets (B2, B3, B4, B5) et très négligeables sur les bouquets floraux (B6, B7) ($P= 0.03 < 5\%$) (fig. 3.6 d et tab. 3.3). Sur les 7 bouquets floraux développés dans la variété « CLX », l'infestation

diminue de 25% à environ 10% de B1 à B3, elle est très faible dans les bouquets restants, ($P=0 < 1\%$) (fig. 3.6 e et tab. 3.3).

3.1.2.3. Variation de l'infestation selon la date d'observation en relation avec le développement de la plante (figures 3.7. a, b, c, d et e)

Nous avons appréhendé l'évolution temporelle des infestations par *Tuta* au niveau de chaque variété, en sachant que le début de suivi pour l'ensemble des variétés a été réalisé à un même stade phénologique de la culture soit au début du cycle végétatif (1 bouquet floral) excepté pour « Zahra » où les observations ont débuté à 2 bouquets floraux.

L'évolution des infestations se manifeste pour toutes les variétés à l'exception de la variété « Pietro » ($P= 0.19 > 5\%$) par une variabilité très hautement significative ($p= 0 < 1\%$, tab.3) caractérisée par des alternances de pics d'infestation. Plus explicitement, nous avons mentionné les périodes de ces pics pour les 5 variétés, comme suit :

- « Zahra » (1/12, 22/12, 9/2, 2/3, 30/3, 4/5),
- « Doucen » (23/12, 5/1, 10/3, 3/5, 24/5),
- « Kartier » (23/12, 6/1, 10/2, 10/3, 24/3, 6/4, 21/4, 3/5),
- « Pietro » (9/2, 23/2, 23/3, 6/4, 27/4, 24/5),
- et enfin « CLX » (19/1, 9/2, 23/2, 30/3, 4/5, 18/5).

Il ressort selon les variétés des intervalles de durée variable entre les pics d'infestation, durant la période de suivi qui s'est étalée de la fin novembre au début mai. Nous avons pu dégager chez la variété « Zahra » des intervalles d'une durée de 1 mois entre les pics d'infestation, et de 1 mois et demi à 2 mois chez la variété « Doucen ». Cependant, les intervalles entre les pics d'infestation sont plus courts pour les variétés « Kartier » et « Pietro » (15 jours à 1mois), et très variables pour la variété « CLX » : nous avons constaté en effet des durées de 15

jours, 20 jours, 1 mois à 5 semaines entre les infestations maximales observées (fig. 3.7 a, b, c, d et e).

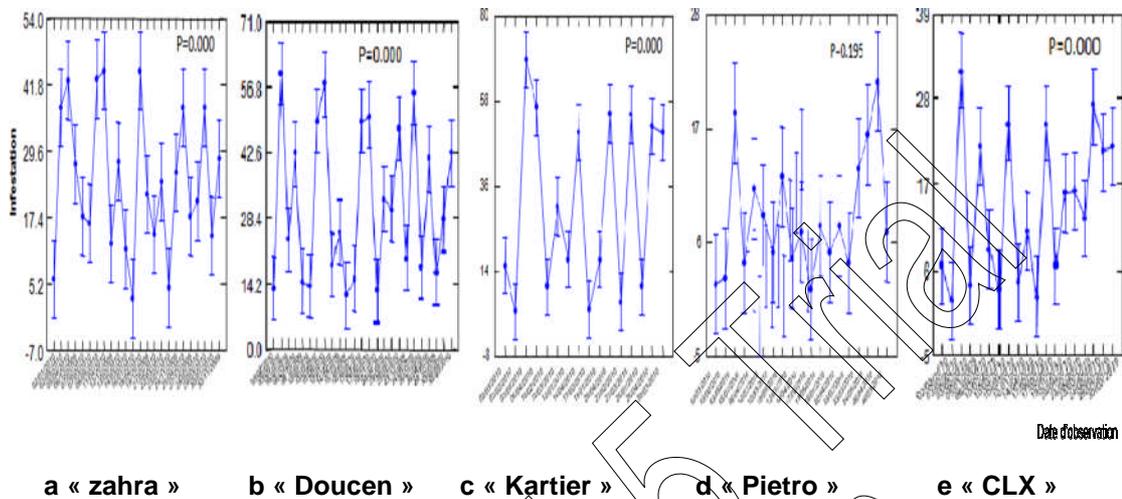


Figure 3.7. Variation de l'infestation selon la date d'échantillonnage en relation avec le développement de la plante. En abscisse sont mentionnées les dates d'observation correspondant à la période d'échantillonnage étudiée pour chaque variété.

3.2. Evolution des populations larvaires de *T. absoluta* sur les cinq variétés de tomate étudiées en fonction des traitements insecticides et des températures

Les effectifs des différents stades biologiques de *Tuta* ont été rapportés selon le nombre total de feuilles de tomate échantillonnées en raison d'un nombre de bouquets floraux différent par variété. Les populations larvaires de *Tuta absoluta* sont présentes durant tout le cycle phénologique et le développement de la culture.

3.2.1. Variation spatiotemporelle des abondances larvaires en fonction des traitements insecticides.

3.2.1.1. Au niveau du sublittoral sur la variété Zahra.

De novembre 2009 à la mi avril de l'année 2010, 9 applications insecticides ont été effectuées en serre de tomate de variété « Zahra » (figure 3.8a).

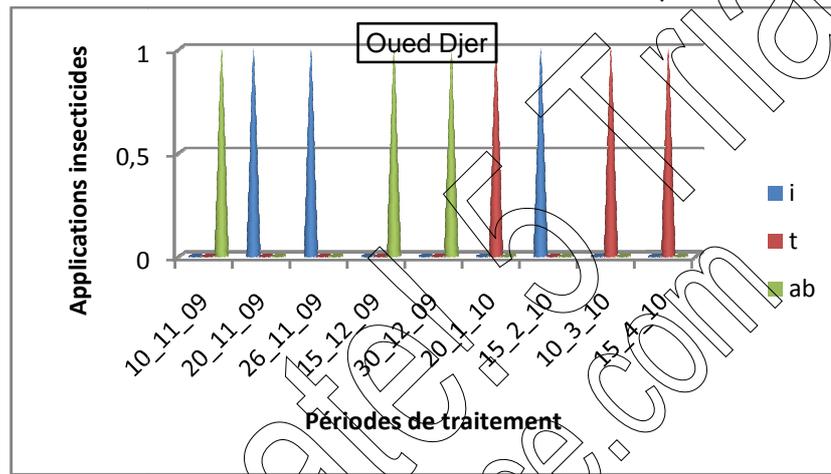


Figure 3.8a : Nombre d'applications insecticides réalisés au cours de la période d'échantillonnage sur la tomate variété « Zahra ». i : autre insecticide, t : Traceur, ab : Abamectine.

Le plus grand nombre d'applications a été réalisé durant la période hivernale notamment en novembre (avec comme matières actives l'Abamectine, l'indoxacarbe et l'Imidaclopride) puis en décembre (à raison de deux traitements à l'Abamectine espacés de 10 jours) (tableau 2.2 et figure 3.8a). De janvier à mai, un seul traitement insecticide a été effectué par mois notamment au Spinosad.

Au début de l'échantillonnage, vers la fin de novembre 2009, les effectifs larvaires sont très faibles, inférieurs à 10 individus sur l'ensemble des plants observés dans la serre. On peut remarquer à cette période une faible présence des larves de second stade principalement. Les abondances larvaires chutent à un très faible niveau probablement en raison des applications insecticides

réalisées à des intervalles de 10 à 15 jours au courant du mois de novembre. Au courant des trois premières semaines de décembre, on peut observer une reprise de l'activité des larves de 1^{er} stade dans les mines (figure 3.8b), mais qui reste inhibée ou très faible sous l'effet de la pression phytosanitaire, jusqu'à la fin du mois de janvier. En février, on assiste au développement des populations de larves âgées (L4) qui deviennent prédominantes.

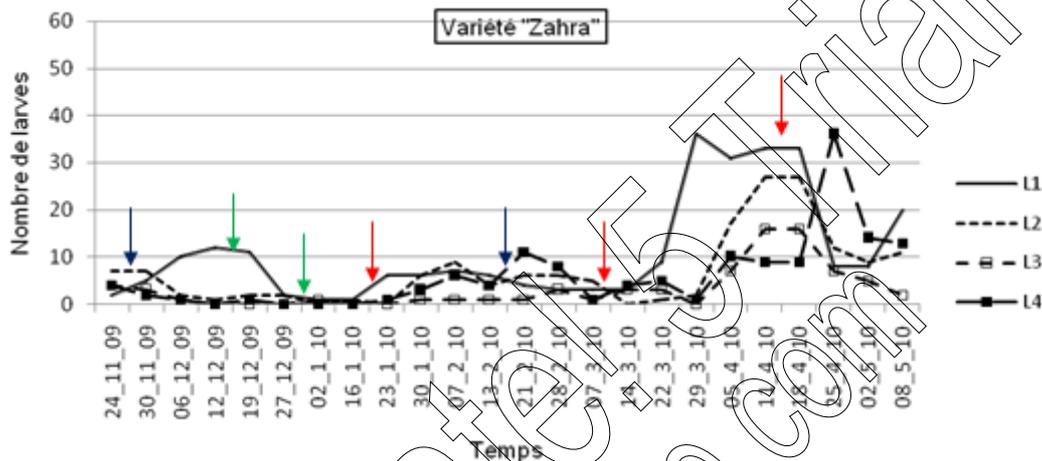


Figure 3.8b : Evolution des populations des différents stades larvaires de *Tuta* sur la variété de tomate « Zahra », dans la région de Oued Djer (date de repiquage : 02/11/09). Les applications insecticides sont désignées par les flèches en bleu (autre insecticide), en rouge (insecticide Traceur) et en vert (insecticide-acaricide Abamectine).

Cependant, l'abondance globale reste faible jusqu'à la mi-mars (figure 3.8b). Entre la 3^{ème} semaine de mars et la fin de notre échantillonnage, les effectifs larvaires de tous les stades deviennent importants malgré l'application du Spinosad vers la mi avril. A la fin de ce mois, les larves L4 sont dominantes sur les plants échantillonnés.

3.2.1.2. Au niveau du littoral sur les autres variétés étudiées.

Dans les serres de tomate étudiées au niveau de la région de Oued Djer, l'agriculteur a réalisé 9 applications insecticides au total également. Néanmoins, la nature des matières actives diffère. Au mois de décembre et en janvier, trois insecticides différents ont été utilisés à base d'un traitement mixte à l'Amitraze-Deltaméthrine puis un traitement à base d'Indoxacarbe et enfin un traitement au Themamex respectivement ((tableau 2.2 et figure 3.9).

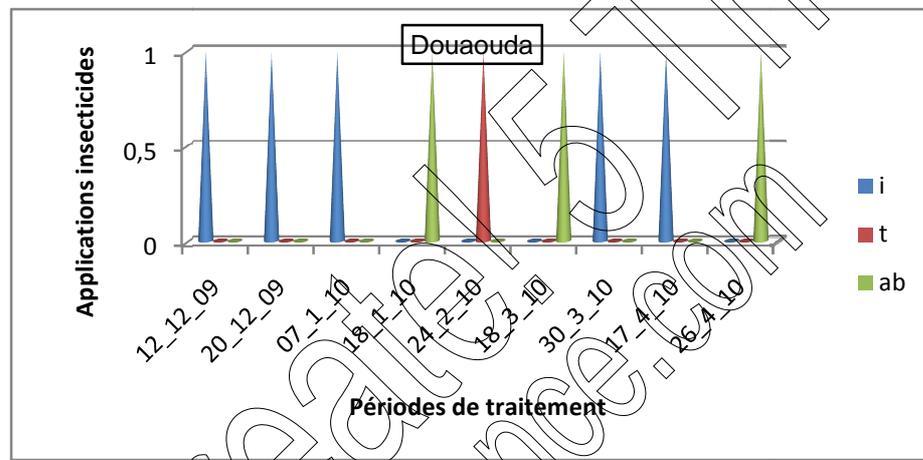
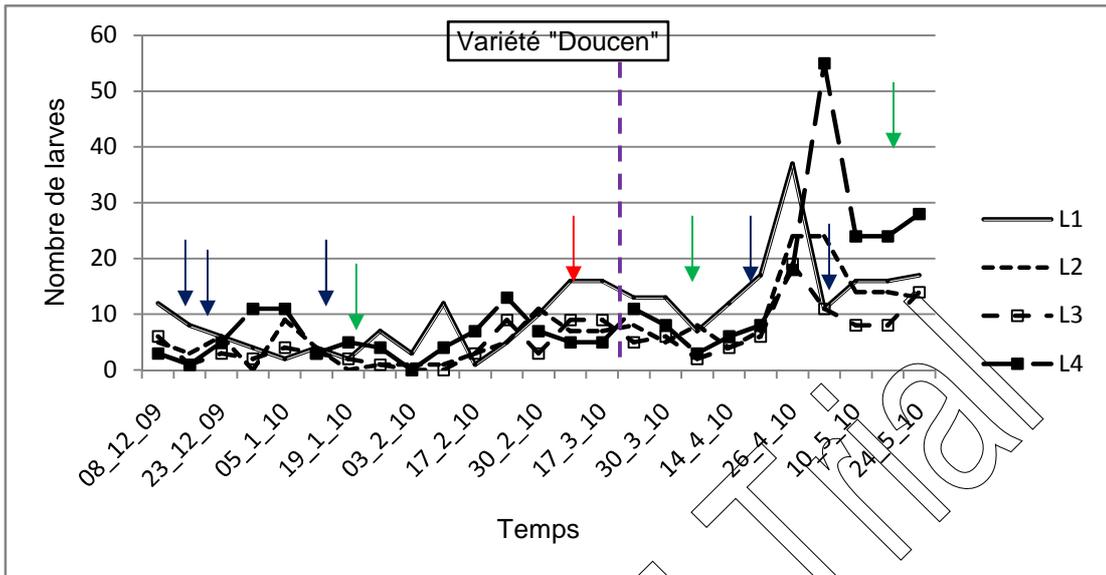


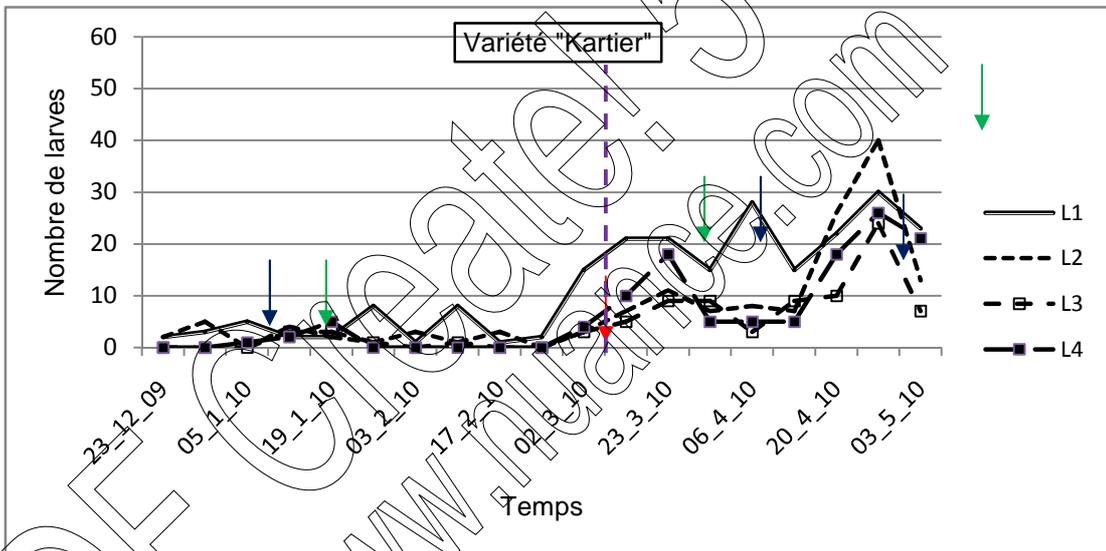
Figure 3.9 : Nombre d'applications insecticides réalisés au cours de la période d'échantillonnage sur les autres variétés de tomate. i : autre insecticide, t : Traceur, ab : Abamectine.

L'Abamectine a été appliquée une seule fois à la mi janvier, à la mi mars et à la fin du mois d'avril et uniquement en février et uniquement vers la fin février pour le Spinosad respectivement.

Pour comparer les niveaux de présence larvaire de la mineuse de la tomate sur les variétés étudiées à Oued Djer, nous avons adopté un nombre maximal identique de larves observées : soit 60 individus. Les évolutions spatiotemporelles larvaires de *Tuta* pour chacune des 4 variétés « Doucen », Kartier », « Pietro » et « CLX » sont représentées dans les figures 10a, b c et d respectivement.



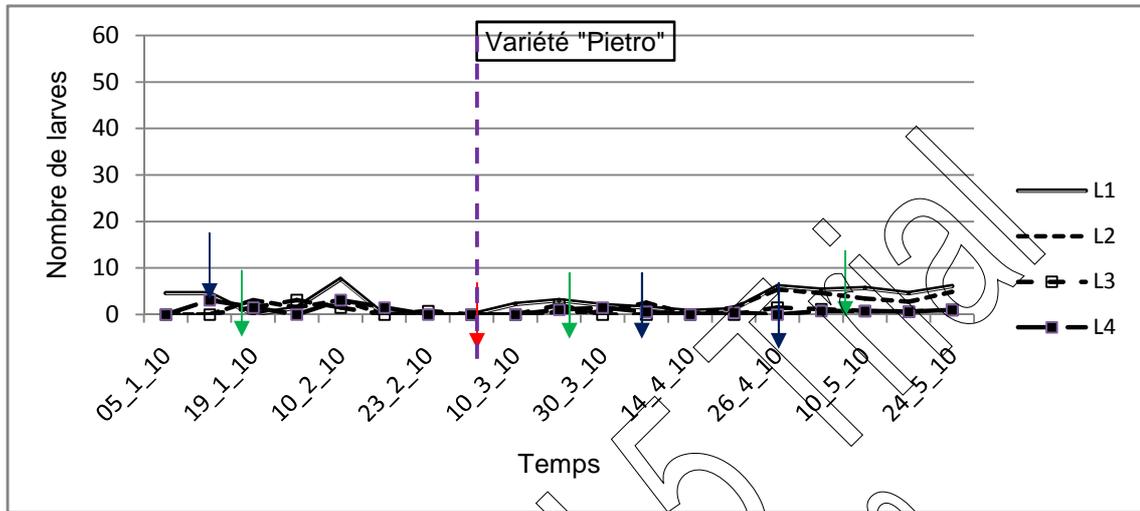
a (date de repiquage 07/12/09)



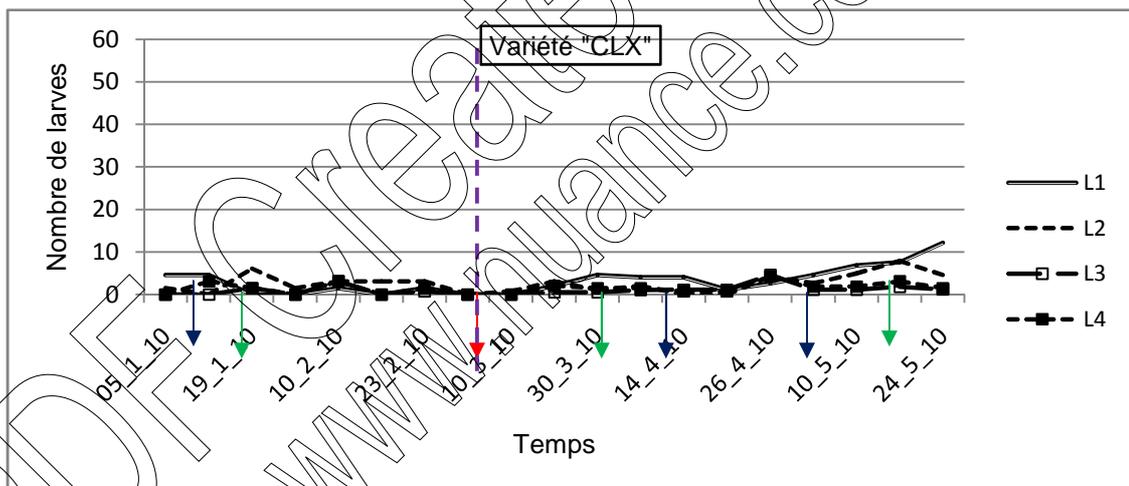
b (date de repiquage 18/12/09)

Les niveaux d'abondance varient d'une variété à une autre. L'abondance larvaire la plus faible est constatée sur les variétés « Pietro » et « CLX » avec des effectifs inférieurs à 10 individus, durant toute la période de notre échantillonnage (figure 10c et 10d). On remarque deux périodes d'activité des larves. La première est caractérisée par un développement larvaire lent dominé par des jeunes larves L1 et L2, généralement (variétés kartier, pietro et CLX) (figures 10b à d) ; durant la saison automno-hivernale, du début de nos observations jusqu'à la fin février. Néanmoins, dans la serre de tomate de variété Doucen, nous avons observé tous

les stades larvaires de l'insecte avec une dominance des L4 de la fin décembre au début de janvier puis à la fin de février (figure 3.10a).



c (date de repiquage 18/12/09)



d (date de repiquage 18/12/09)

Figure 3.10. Evolution des populations des différents stades larvaires de *Tuta* sur les variétés de tomate étudiées, dans la région de Douaouda. a : « Doucen », b : « Kartier », « Pietro », « CLX ». Les applications insecticides sont désignées par les flèches en bleu (autre insecticide), en rouge (insecticide Traceur) et en vert (insecticide-acaricide Abamectine). La ligne en pointillé sépare la période automno-hivernale de la période estivale

La seconde période d'activité larvaire se focalise durant la saison printanière entre mars et mai. Cette période correspond à une stabilité des effectifs larvaires de tous les stades sur les variétés Pietro et CLX, contrairement

aux autres variétés Doucen et Kartier où les abondances larvaires bien que variables en raison de l'effet des applications insecticides, sont supérieures à celles constatées pendant la période automno-hivernale.

3.2.2. Variation spatiotemporelle des abondances larvaires en fonction des températures.

Etant donné que le développement du ravageur est conditionné par les températures, nous avons jugé nécessaire de prendre en compte les valeurs moyennes des températures minimales et maximales enregistrées à l'extérieur durant la période d'échantillonnage à Oued Djer et Douaouda (figure 3.11). En effet, ces températures stimulent l'activité des papillons adultes pour la recherche de leur plante hôte dont la phénologie et la qualité nutritive vont stimuler l'activité de ponte des femelles, à l'intérieur des serres.

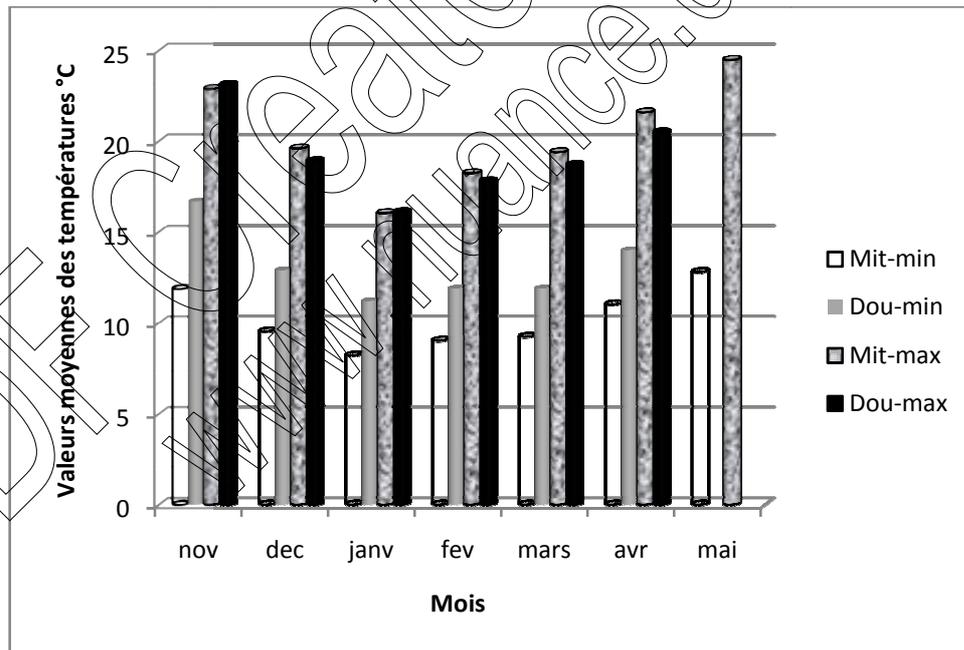


Figure 3.11. Valeurs moyennes des températures maximales et minimales de la région d'Oued Djer (Mit.) et de la région de Douaouda (Dou.).

Les maximas moyens mensuels des deux régions étudiées Douaouda et Oued Djer sont presque similaires. Les valeurs moyennes des minimas sont plus basses en Mitidja que dans dans la région du littoral (figure 3.11). Nous avons

précédemment (chapitre 2) classé les deux régions d'étude dans l'étage subhumide à hiver frais pour Oued Djer et à hiver doux pour Douaouda (figure 2.8). Par rapport aux deux périodes d'activité larvaires considérées, les températures externes peuvent ainsi avoir une influence non seulement sur les adultes du ravageur qui viennent de plein air puis pénètrent dans les serres, mais aussi sur la cinétique et la vitesse de développement des larves.

En Mitidja, les températures maximales moyennes sont de l'ordre de 22.88°C et les températures minimales moyennes avoisinent les 12°C : ce qui explique les départs d'activité larvaires de la mineuse au début de nos échantillonnages en novembre sur la tomate de variété Zahra, (figures 3.8b). De décembre à mars, les températures varient de 8°C à 9°C pour les minimas d'où un ralentissement de l'activité des larves dont la majorité n'atteignent pas le terme de leur développement. L'augmentation des valeurs thermiques minimales en avril (11°C) a engendré une augmentation des abondances larvaires probablement en raison d'une activité de ponte plus importante complétée par des éclosions échelonnées et nombreuses.

Dans la région du littoral à Douaouda, depuis le début de l'échantillonnage jusqu'à la fin du mois de février, les températures minimales et maximales sont clémentes. Malgré cela, les effectifs larvaires de la mineuse de la tomate à l'intérieur des serres sont maintenus à des niveaux faibles.

3.2.2. Analyse de la distribution temporelle des différents stades larvaires en fonction de l'infestation.

L'évolution des populations des larves selon la variété dans le temps a été analysée par des AFC suivies par des CAH, en considérant le pourcentage de mines actives parallèlement aux taux d'infestation, (Figures 3.12 à 3.16).

3.2.2.1. Variété « Zahra »

L'axe 1 de l'AFC contribue pour 55.19% d'informations alors que l'axe 2 totalise une contribution de 18.28% . L'AFC (fig. 3.12a) et la CAH (fig. 3.12b) ont fait ressortir 4 groupes. Le groupe 1 correspond à la présence des larves de premier stade d'une première génération de mi décembre à fin janvier. Le groupe 2 concerne la distribution des L2, L3 et L4 d'une deuxième génération de *Tuta* durant le mois de février et la première quinzaine de mars. Les pourcentages d'infestation avec le pourcentage total de mines observées (dégâts des larves) sont mis en évidence dans le groupe 3, surtout durant tout le mois d'avril et début mai, et de la fin novembre à début décembre. Le groupe 4 regroupe une période caractérisée par la forte présence des larves dans les mines à la fin de novembre, durant tout le mois de janvier et le début de février.

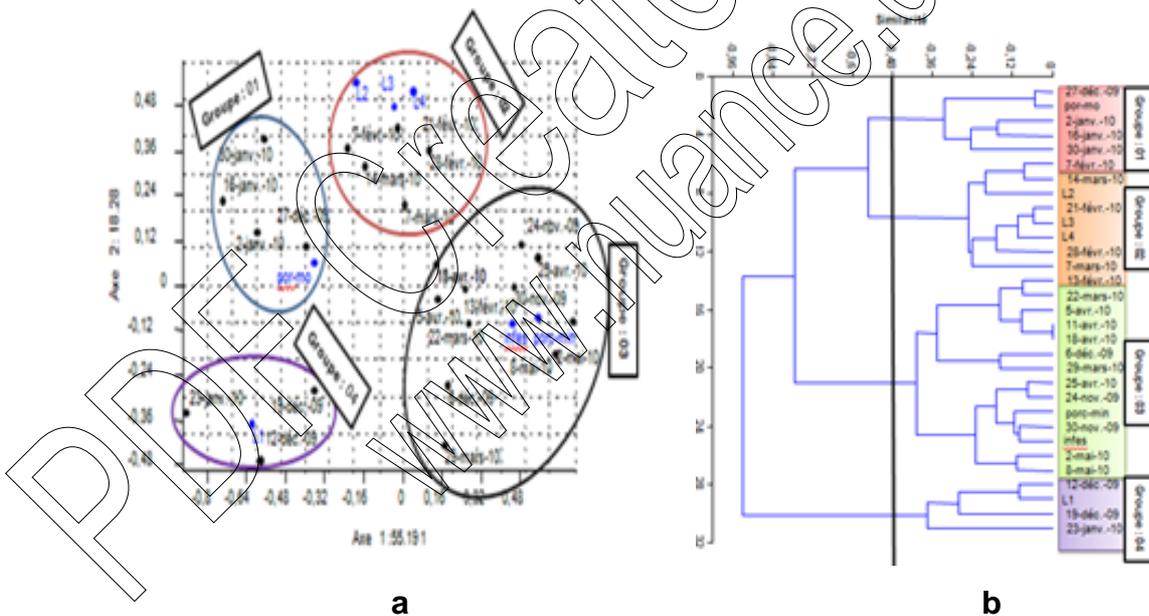


Figure 3.12. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Zahra » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) classification ascendante hiérarchique (b). L1, L2, L3, L4 stades larvaires de la mineuse; por-min : pourcentage de mines occupées, infes : pourcentage d'infestation.

3.2.2.2. Variété « Doucen »:

L'axe 1 de l'AFC contribue pour 62.86% d'informations alors que l'axe 2 totalise une contribution de 19.95%, 4 groupes sont mis en évidence, (fig. 3.13 a et b).

Le groupe 1 caractérise la présence des larves de 2eme stade et de 3eme stade correspondant aux générations larvaires de *Tuta*, du début décembre à fin avril et où le pourcentage de mines occupées par les larvaires est notamment élevé vers la fin décembre et la mi février. Le groupe 2 caractérise des périodes correspondant à une variabilité des infestations avec l'occurrence des dégâts sur les feuilles en présence des larves occupant les mines, entre début janvier et la fin de nos observations vers la mi mai. Le groupe 3 regroupe les larves âgées de 4eme stade durant le début de la période hivernale. Enfin, le groupe 4 caractérise la présence des jeunes larves L1 de la mi décembre à la mi février (fig.3.13 a et b).

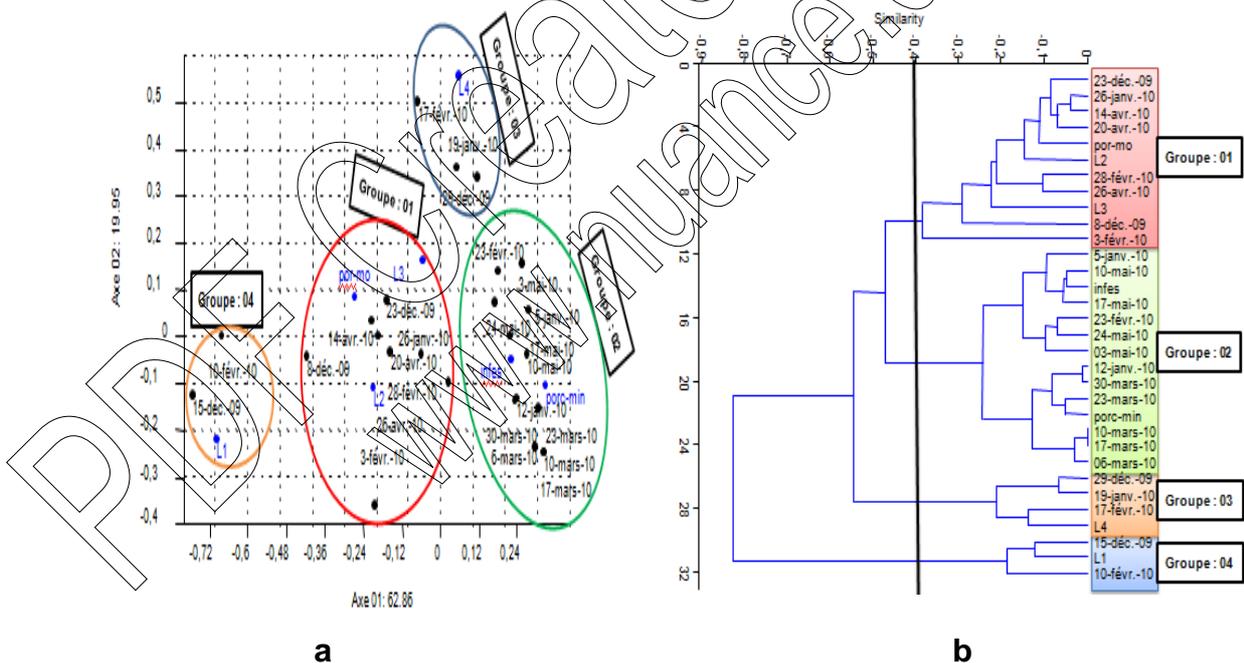


Figure 3.13. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Doucen » (a) sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC et classification ascendante hiérarchique (b).

3.2.2.3. Variété « Kartier » :

D'après la figure 3.11 a et b, l'AFC avec 57.36% d'informations sur l'axe 1 et 23.65% d'informations sur l'axe 2 et la CAH font ressortir 4 groupes pour cette variété.

Le groupe 1 est caractérisé par une fluctuation du pourcentage de mines actives en relation avec le taux d'infestation entre fin décembre et début février, puis par l'apparition d'un pic maximal des mines occupées et dont la présence larvaire chute brusquement jusqu'au début mars. Dans le groupe 2 de la CAH et de l'AFC, on constate la présence des jeunes stades durant la deuxième partie de la période hivernale entre janvier et février. Le groupe 3 est de statut plus important, il caractérise l'occurrence des larves âgées (fig.3.14 a et b) en janvier et durant tout le reste de période printanière. On assiste parallèlement à une augmentation des infestations en relation avec une période de diminution du pourcentage de mines occupées de fin mars à fin avril. Le groupe 4 regroupe les larves de deuxième stade de la génération hivernale de *Tuta*.

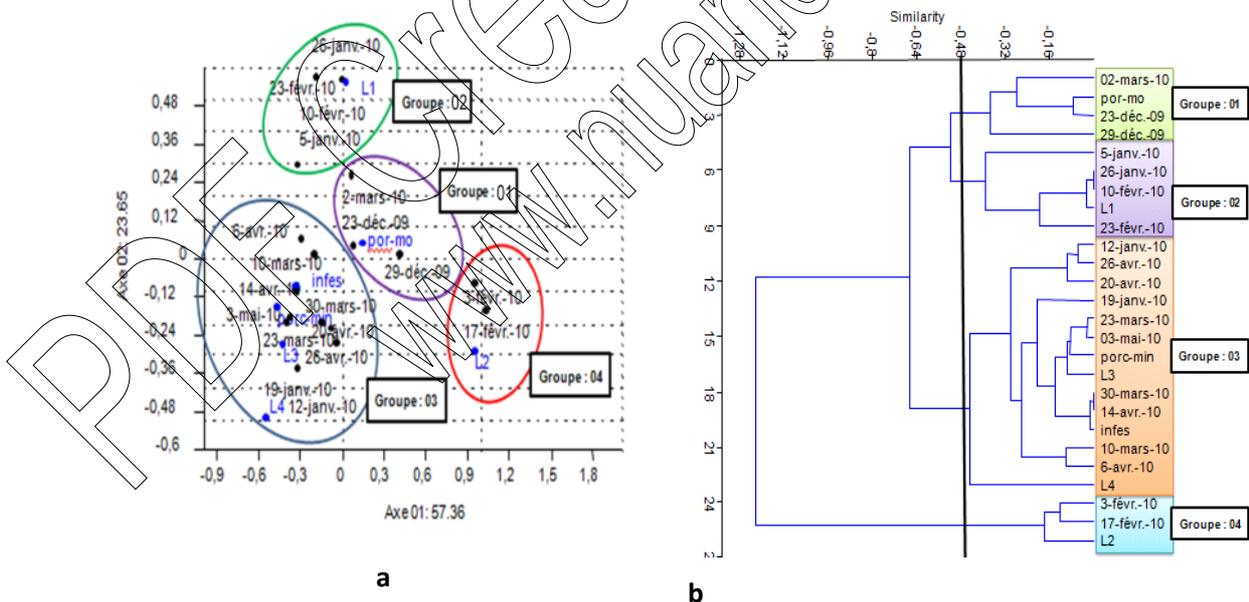


Figure 3.14. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Kartier » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique (b).

3.2.2.4. Variété « Pietro »

L'AFC et la CAH ont fait ressortir 3 groupes pour cette variété. L'axe 1 de l'AFC contribue pour 39.95% d'informations alors que l'axe 2 totalise une contribution de 32.32% (fig. 3.15 a). Les groupe 1 et 2 correspondent à la présence des larves âgés de la mineuse L3 et L4 de la période hivernale depuis fin décembre à début mars (fig. 3.15b). Le groupe 3 correspond à des fluctuations des taux d'infestation, comparativement aux mines actives durant les premières quinzaines de janvier et de mai et la fin avril.

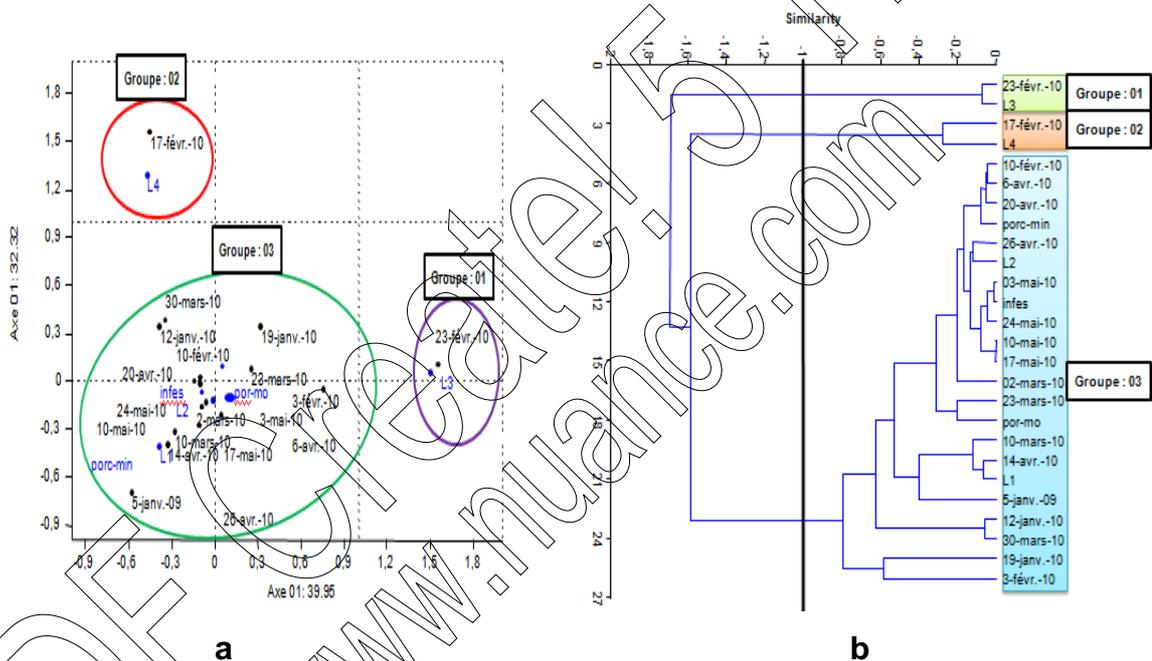


Figure 3.15. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « Pietro » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique (b).

3.2.2.5. Variété « Clx ».

L'AFC et CAH ont fait ressortir 3 groupes pour cette variété. L'axe 1 de l'AFC contribue pour 49.88% d'informations alors que l'axe 2 totalise une contribution de 21.45% (fig. 3.16a). Le groupe 1 caractérise à la présence des larves de premier stade durant le début de mars. Le groupe 2 caractérise l'activité des larves L4 en février puis en avril et dont les mines occupées ont atteint un maximum de 100% au début de février et enfin les larves L2 de la période printanière, dont l'activité reste plus ou moins stable de la fin mars jusqu'à la fin des échantillonnages sur cette variété. Le groupe 3 de l'AFC et de la CAH représente l'occurrence des larves de troisième stade de la première et deuxième génération larvaire.

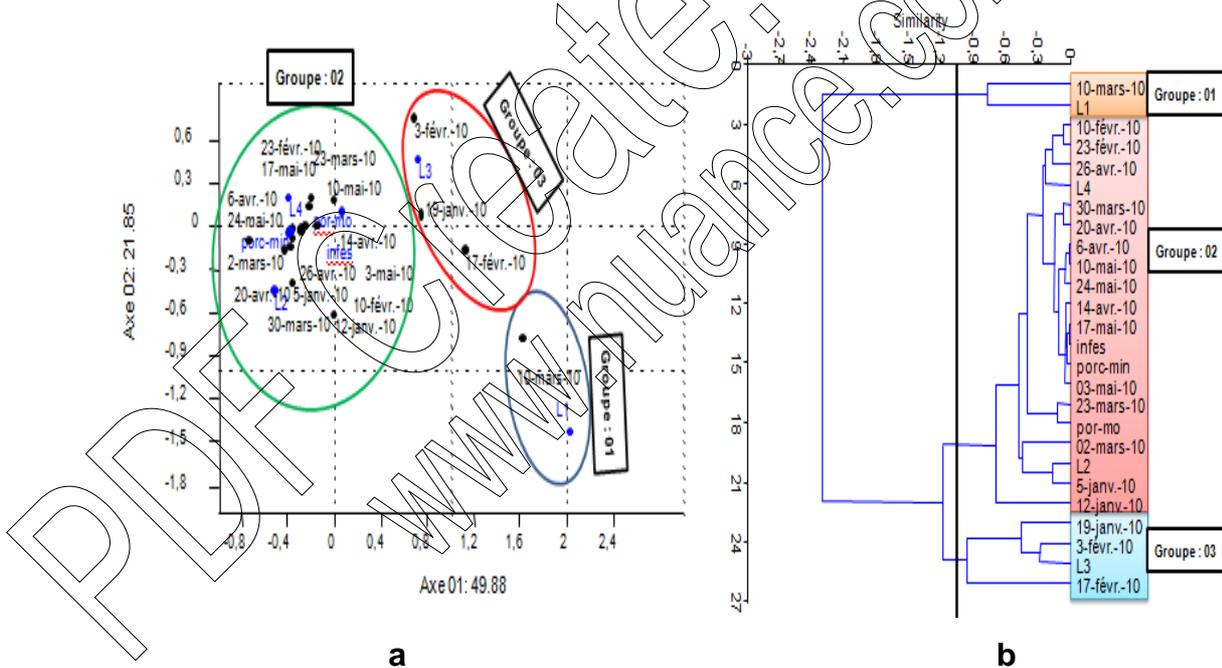


Figure 3.16. Projection des stades larvaires de *Tuta* infestant la tomate variété « CLX » sur le plan de coordination 1 et 2 de l'AFC (a) et classification ascendante hiérarchique.

3.2.3. Analyse de l'évolution des mines actives selon la variété

Nous avons étudié s'il y avait une relation entre le taux d'infestation caractérisé par les observations des dégâts sur le feuillage avec le taux de mines occupées par les larves de *Tuta*. L'analyse de corrélation montre que ces deux paramètres évoluent indépendamment ($p= 0.57, > 5\%$). En effet, les chenilles peuvent à tout moment de leurs stades évolutifs pénétrer dans le mésophylle foliaire et creuser des mines tout en s'alimentant puis en ressortir pour se nourrir à d'autres endroits du feuillage. Les chenilles du premier stade attaquent habituellement les feuilles, mais elles peuvent également infester les points de croissance et les fleurs, tandis que les chenilles plus âgées préfèrent généralement les fruits, en particulier lorsque les populations sont élevées. Ce qui explique que l'on peut observer des dégâts (infestations) soit avec des mines vides soit avec des mines occupées caractérisant l'activité des larves. D'après nos observations, quand on considère le niveau de risque larvaire qui représente le pourcentage de plantes infestées par des larves vivantes et établi par URBANEJA (1998) (tableau 3.4) et que nous pouvons assimiler dans notre étude au pourcentage de mines occupées, on peut remarquer des évolutions différentes de ces pourcentages (figure 3.17) avec leurs niveaux de risque larvaire respectifs (figure 3.18).

Tableau 3.4. Niveau de risque larvaire sur les plants infestés par *Tuta absoluta*.

Niveau de risque	Pourcentage de plantes infestées par des larves vivantes
0	Aucune présence de larves
1	Très faible niveau : <5%
2	Faible niveau : 5-25%
3	Niveau moyen : 25-50%
4	Niveau élevé : >50%
5	Niveau extrêmement élevé : >50% avec >1 larve vivante

Sur la variété de tomate «Zahra» cultivée au niveau du sublittoral (figure 3.17 a), l'activité des larves est importante de la mi décembre jusqu'à fin janvier ce qui explique le pourcentage élevé de mines occupées à cette période se traduisant par une quête active d'une alimentation plus nutritive chez les larves pour atteindre le terme de leur développement. Vers le début de février, une diminution rapide de cette activité semble rendre compte soit de la transformation des larves âgées en nymphes soit d'une mortalité due aux traitements phytosanitaires réalisés ou encore aux opérations d'éclaircissage des plants. Une plus faible reprise de l'activité larvaire est constatée en avril avec l'augmentation des températures à l'extérieur et l'intérieur des serres. On remarque également que l'intensité des dégâts représentée par les pourcentages d'infestation n'augmente qu'à cette période printanière par rapport à la période hivernale durant laquelle le nombre de plants infestés reste plus faible.

Concernant les autres variétés cultivées dans la région littorale à Douaouda, si les pourcentages d'infestation fluctuent de janvier à mi avril à des taux ne dépassant 20% sur les variétés «Pietro» et «CLX» (figure 3.17 d et e), l'activité des larves est élevée et se traduit par un nombre de mines actives important depuis le début de nos observations jusqu'à la fin des échantillonnages sauf au début mars où il a été observé une absence des larves qui pourrait être dû à l'effet du traitement à l'Abamectine (figure 3.9).

L'activité larvaire la plus importante est remarquée en décembre sur la variété «Doucen» et au début de février sur la variété «Kartier» (figure 3.17 b et c). Des taux d'infestation maximaux sont atteints après ces périodes d'activité larvaire respectivement.

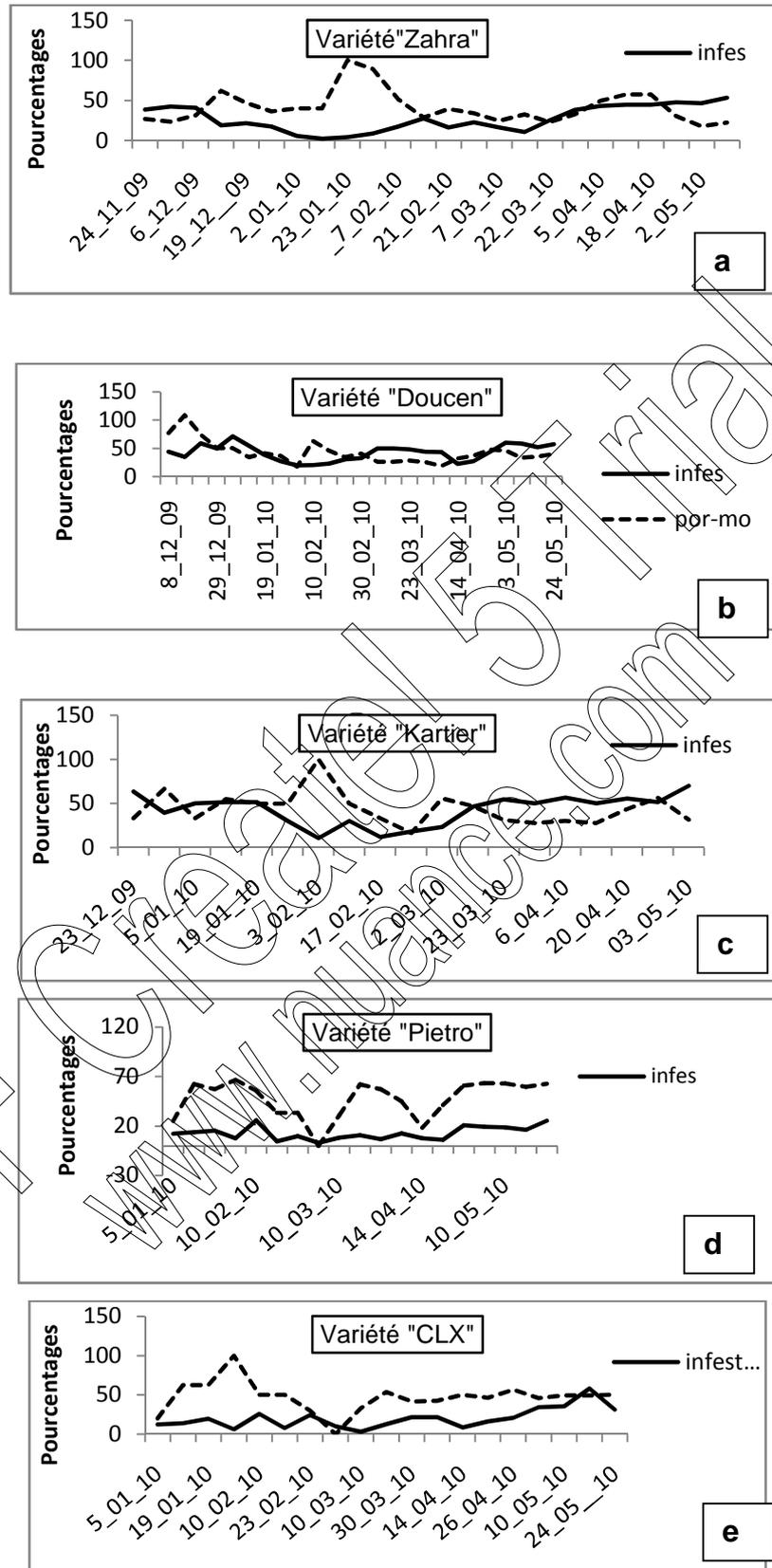


Figure 3.17. Évolution des populations larvaires (mines actives) en fonction du temps et des infestations. (Inf : taux d'infestation, por-min : pourcentage de mines occupées).

Nous avons fait correspondre les pourcentages de mines occupées aux différents niveaux de risque larvaire de la mineuse de la tomate.

Il ya dans tous les cas pour toutes les variétés des niveaux de risque élevé à extrêmement élevé aux périodes de pics d'activité larvaire mentionnées précédemment. Globalement, les niveaux de risque restent moyens (figure 3.18) pour chaque variété étudiée respectivement.

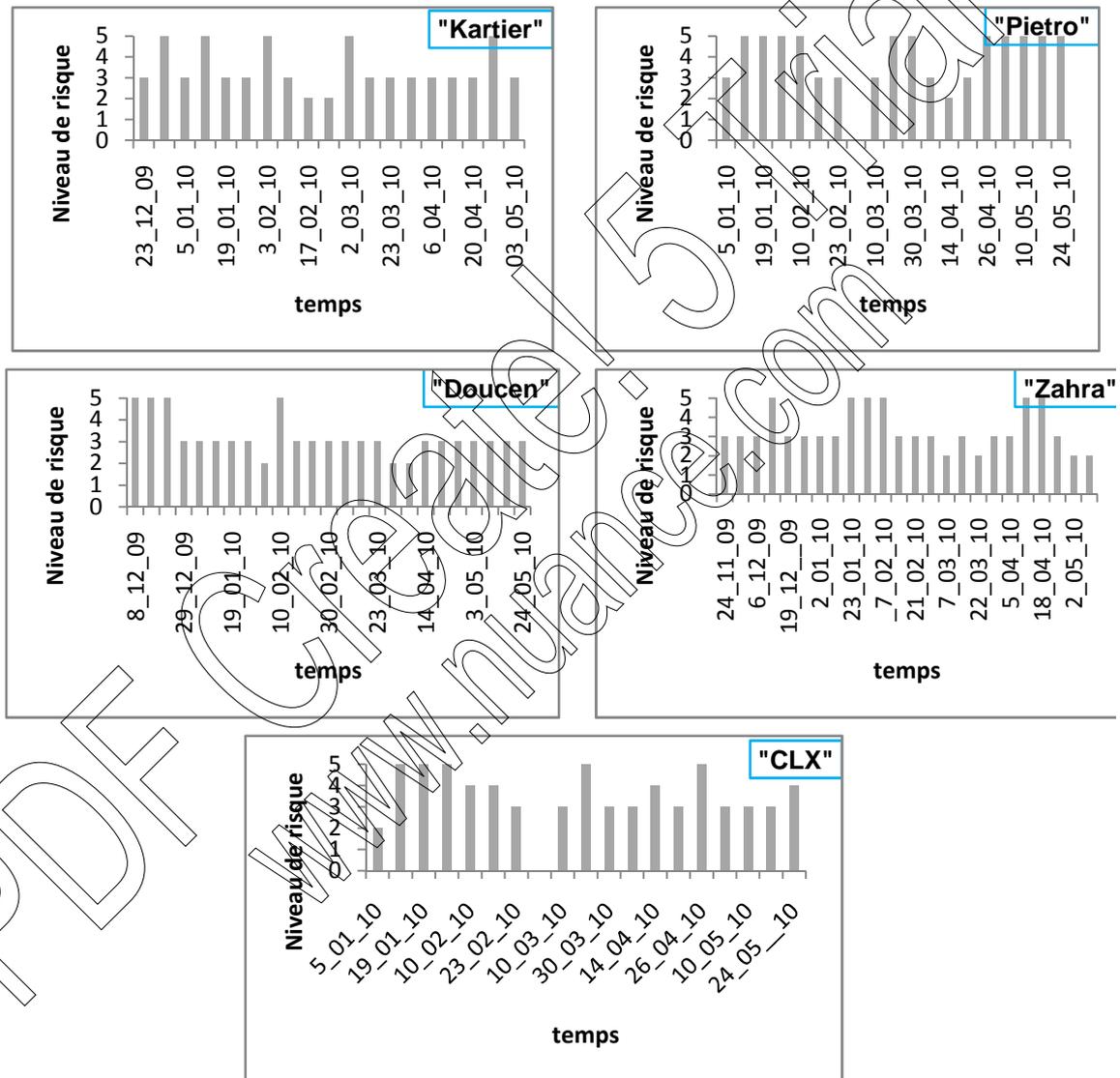


Figure 3.18. Evolution des niveaux de risque larvaire de *Tuta absoluta* sur les 5 variétés de tomate étudiées.

3.3. Répartition temporelle des populations larvaires de *T. absoluta* sur les cinq variétés de tomate étudiées

Sur la base du tableau (n, appendice), nous avons pris en considération les valeurs de la variance calculée à chaque date d'échantillonnage pour représenter l'évolution de la répartition larvaire de *Tuta absoluta* sur les variétés étudiées à Oued Djer (figure 3.18) et Douaouda (figure 3.19 à 3.22) respectivement. Pour une variété donnée, les répartitions globales durant le développement de la culture ainsi que les répartitions par niveaux foliaires sont données.

3.3.1. Répartition temporelle des populations larvaires de *T. absoluta* sur la variété « Zahra » dans la région de Oued Djer.

La répartition de la population larvaire de *Tuta absoluta* devient contagieuse entre fin novembre et fin décembre puis durant le mois de janvier et la fin du mois de mars (figure 3.19 a). Au début de décembre, février et à la fin mars, on retrouve ce même type de répartition sur l'étage foliaire N1 et N2, puis de la fin janvier à la fin mars sur l'étage foliaire N3 séparés par des durées très courtes pendant lesquelles les larves reconstituent une répartition régulière (figure 3.19 b).

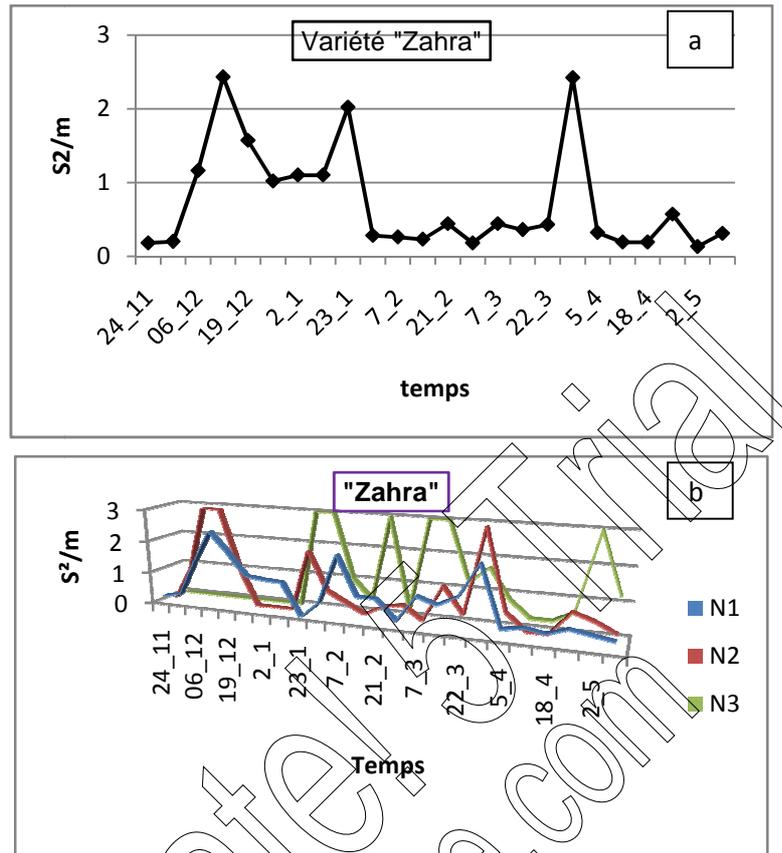


Figure 3.19. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Zahra»

3.3.2. Répartition temporelle des populations larvaires de *T. absoluta* sur les variétés de tomate dans la région de Douaouda.

3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur la variété «Doucen»

On constate que sur la variété «Doucen» les populations larvaires se répartissent de manière régulière tout le long de la période d'observation sauf au début de février (figure 3.20 a). Les répartitions apparaissent contagieuses au début de février sur l'étage foliaire N2 et la 1^{ere} décade du mois de mars sur l'étage foliaire N3 (figure 3.20 b).

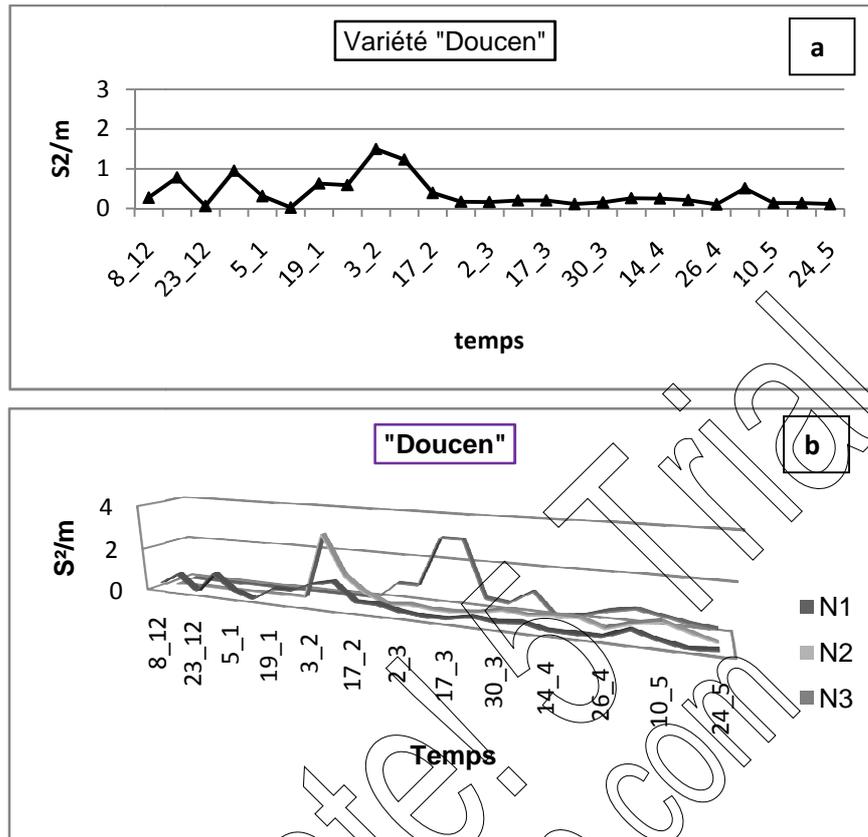


Figure 3.20. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Doucen».

3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur la variété «Kartier»

Deux pics de répartition contagieuse des populations larvaires de *Tuta* sont à signaler sur la tomate de variété «Kartier» à la mi décembre et mi février respectivement, séparés par une période où les populations des larves retrouvent une répartition uniforme entre mi décembre et mi janvier, l'augmentation des densités se traduit en février par un retour à la répartition agrégative avec des valeurs de variance plus ou moins stables (figure 3.21 a).

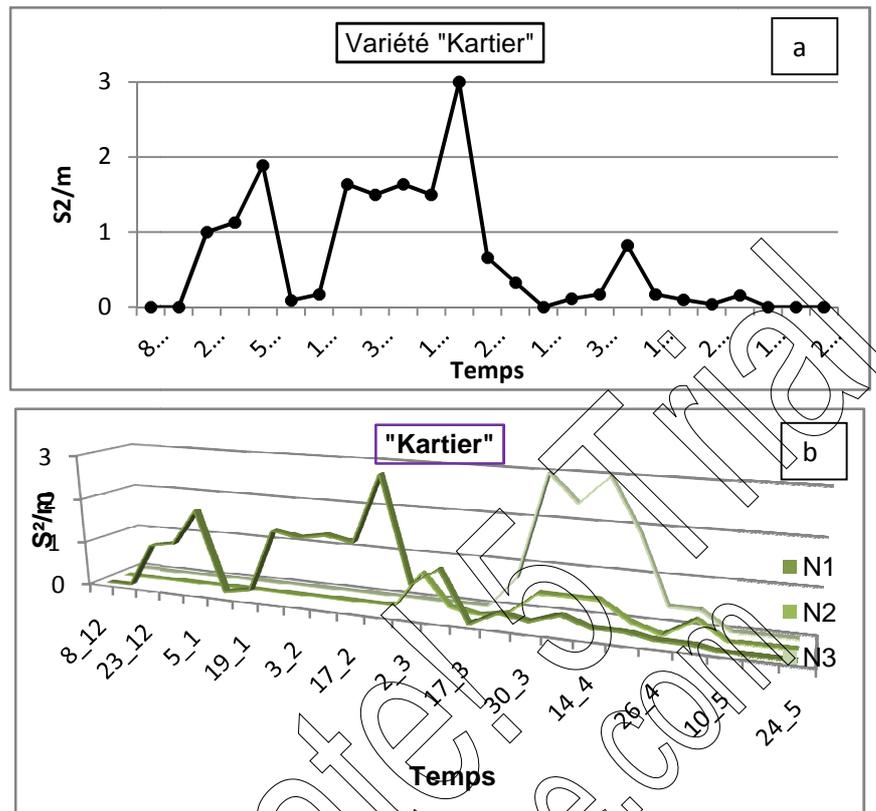


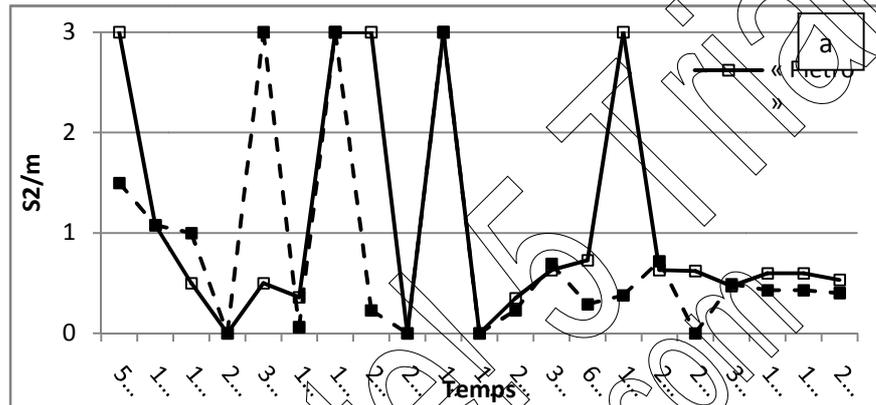
Figure 3.21. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Kartier».

Les variances calculées pour les données d'observations recueillies sur l'étage moyen révèlent que la répartition des larves de *Tuta* restent uniformes durant toute la période d'échantillonnage, contrairement à l'étage foliaire N1 et N3 où on constate des distributions agrégatives au début de janvier notamment puis de la fin de ce mois à la mi février, et de fin mars à la 3eme semaine d'avril respectivement (figure 3.21 b).

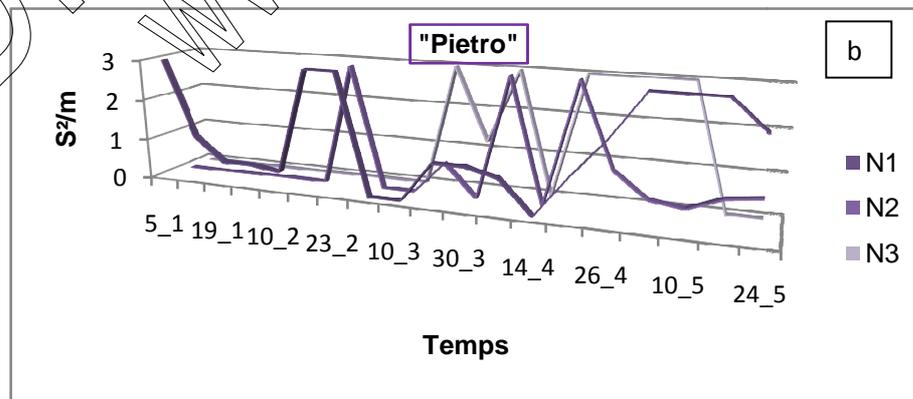
3.3.2.1. Variation temporelle de la répartition des larves sur les variétés «Pietro» et «CLX»

Les variances calculées durant les différentes dates d'observations des populations larvaires de *Tuta* indiquent des pics successifs correspondant à des distributions contagieuses, à la mi décembre et durant tout le mois de février sur la

variété «Pietro», et vers la mi décembre, fin janvier et fin février concernant la variété «CLX». Cependant, on constate que cette répartition se rapproche du type uniforme à partir de mars sur la variété de tomate «CLX» contrairement à celle observée sur les plants de la variété «Pietro» qui progresse vers le type contagieux depuis la mi jusqu'à la mi avril (figure 3.22 a).



Les populations larvaires observées sur la variété «Pietro» se répartissent selon le type contagieux sur l'étage foliaire N1 au début du mois de janvier, la 2ème semaine de février et durant toute la période printanière jusqu'au début des récoltes. Au niveau de l'étage foliaire moyen, l'état agrégatif des larves est moins apparent, il s'accroît sur le 3ème étage foliaire durant toute la période printanière (figure 3.22b).



Les valeurs des variances calculées sur les populations évoluant sur la variété «CLX» indiquent une répartition agrégative plus importante sur l'étage foliaire N1 par rapport aux autres étages foliaires N2 et N3 (figure 3.22 c).

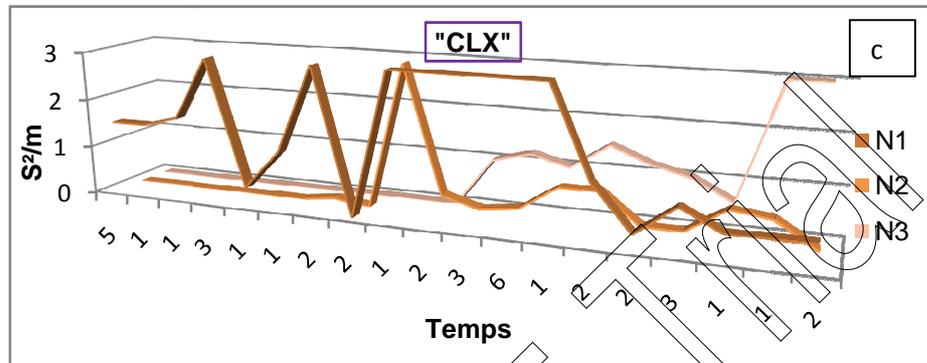


Figure 3.22. Répartition temporelle de *Tuta absoluta* sur la tomate de variété «Pietro» et «CLX».

Les calculs des probabilités associées aux variances mentionnées en annexe pour chacune des variétés nous renseignent sur la significativité des différences entre les moyennes pour chaque période où nous avons observé une répartition agrégative des larves par rapport aux trois niveaux foliaires des plants (tableau 3.5).

Tableau 3.5. Périodes des répartitions contagieuses des populations larvaires de *T. absoluta* sur les différentes variétés de tomate étudiées.

Variété/niveau foliaire	Niveau basal	Niveau moyen	Niveau apical
«Zahra»	12/12, 18/12, 29/3	8/12, 12/12, 23/1	23/1, 30/1, 7/3, 14/3, 29/3, 2/5, 8/5
«Doucen»	10/2 (ns)	3/2	-
«Kartier»	5/1, 26/1-17/2,	-	30/3-20/4
«Pietro»	5/1, 17/2, 23/2, 26/5-24/5	23/2, 6/4, 20/4	23/3, 20/4-0/5
«CLX»	5/1-3/2, 23/2, 10/3-14/4	10/3	6/4(ns), 20/4(ns), 26/4(ns), 17/5, 24/5

Les différences entre les moyennes calculées sont très hautement significatives (annexe) aux dates indiquées dans le tableau 3.5 pour l'ensemble des variétés à l'exception des répartitions agrégatives mentionnées au niveau basal des plants de la variété « Doucen » et au niveau apical des plants de la variété « CLX ». Globalement, les évolutions et l'augmentation des densités des larves sont rares au niveau de l'étage moyen, sauf sur la variété « Zahra ». On observe surtout des répartitions agrégatives au niveau de l'étage basal selon le niveau d'évolution de la phénologie de la plante dans le temps mais également au niveau de l'étage apical.

Nous avons analysé l'effet de chaque facteur sur les évolutions des répartitions contagieuses des larves sur chaque variété de tomate selon le modèle GLM (modèle linéaire global) de l'analyse de la variance.

Etant donné que la variété de tomate « Zahra » est étudiée dans une région différente, (littoral à Douaouda), l'analyse comparative entre les moyennes des répartitions a été réalisée sur les 4 autres variétés étudiées au sublittoral dans la même région à Oued Djer. Les répartitions selon le type agrégatif sont similaires sur les étages N2 et N3, mais différentes sur l'étage basal N1 ($P=0.04$). On remarque que ces mêmes répartitions sont très fluctuantes dans le temps quelque soit la variété, ce qui explique que la probabilité observée n'est pas significative ($P=0.51$). Par contre, l'effet variétal est important avec une différence très significative étant donné que la répartition contagieuse est observée beaucoup plus sur les variétés Kartier, Pietro et CLX par rapport à la variété Doucen où les larves conservent une distribution plutôt uniforme et donc l'effet agrégatif est moins accentué ($p=0.003$) (figure 3.23, tableau 3.6).

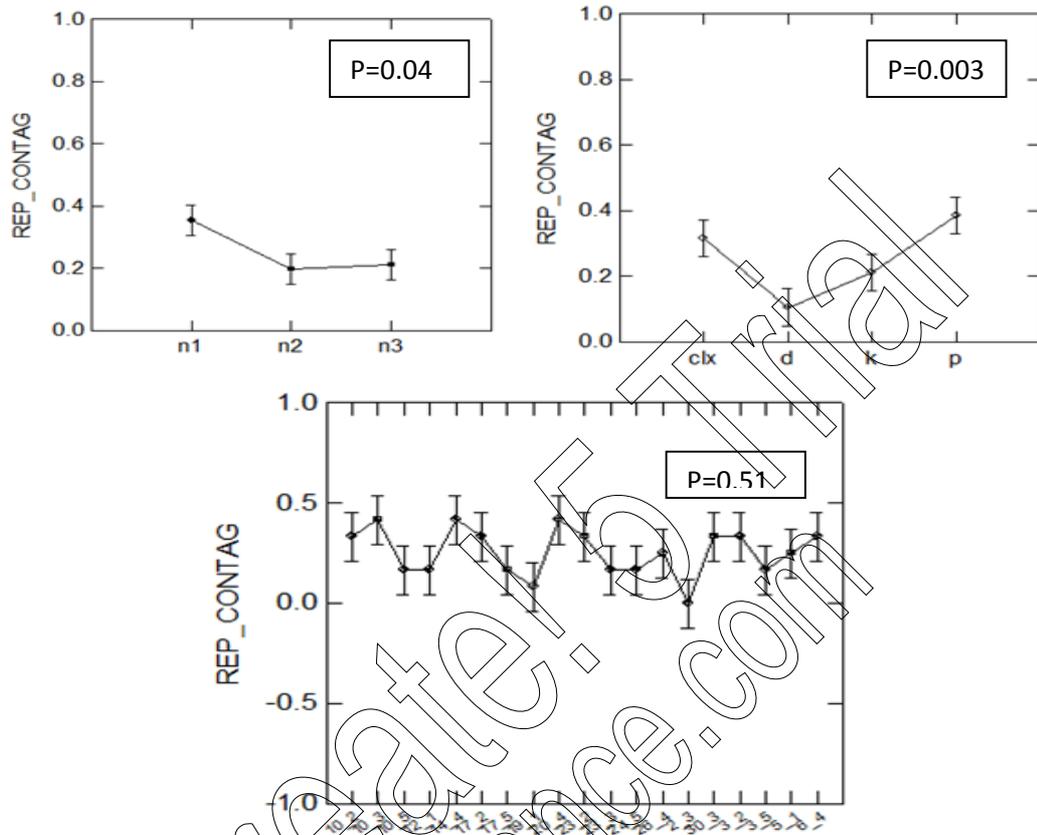


Figure 3.23. Effets temporel et variétal sur l'évolution des répartitions contagieuses des populations larvaires de *T. absoluta*.

Tableau 3.6. Résultats de l'analyse de la variance (modèle linéaire global sur les effets temps et variété sans les interactions sur la répartition contagieuse des larves de *T. absoluta*).

Source	somme des carrés	ddl	moyenne des carrés	F-ratio	P
Temps	3.079	18	0.171	0.958	0.510
Variétés	2.579	3	0.860	4.815	0.003
Niveau	1.167	2	0.583	3.267	0.040
Erreur	36.421	204	0.179		

3.4. Etude de l'effet biocide des extraits des plantes étudiées :

Les effets biocides des extraits aqueux de trois plantes *Urtica urens*, *Salvia officinalis* et *Inula viscosa* ont été étudiés sur les populations larvaires de *Tuta absoluta*. L'effet toxique de chaque extrait a été estimé par le calcul du pourcentage de populations résiduelles des larves selon le test de Dunnett qui correspond au nombre des formes vivantes restantes chez les populations traitées après un traitement considéré lequel est rapporté aux formes vivantes présentes chez les témoins.

3.4.1. Analyse de l'effet toxique des phytoextraits sur les populations larvaires de *T. absoluta*

3.4.1.1. Evolutions temporelles des populations résiduelles sous l'effet des différents traitements utilisés

Les pourcentages des populations larvaires résiduelles diminuent nettement du 1^{er} au 4^{ème} jour après l'application des solutions des différents extraits aqueux. C'est au 4^{ème} jour après traitement que les populations résiduelles de *T. absoluta* sont faibles (Figure 3.24). Globalement, le pourcentage de formes vivantes après 24 heures se situe dans un intervalle compris entre 75 et 93% des populations larvaires totales. Selon le compartiment de plante utilisé (racines et feuilles de l'inule, racines et feuilles de la sauge et la plante de l'ortie respectivement) (figure 3.24 a, b, c, d et e), les solutions d'extraits végétaux appliqués conduisent à la persistance de 30% seulement pour les plus faibles pourcentages, à 75% pour les pourcentages les plus élevés au 4^{ème} jour après traitement.

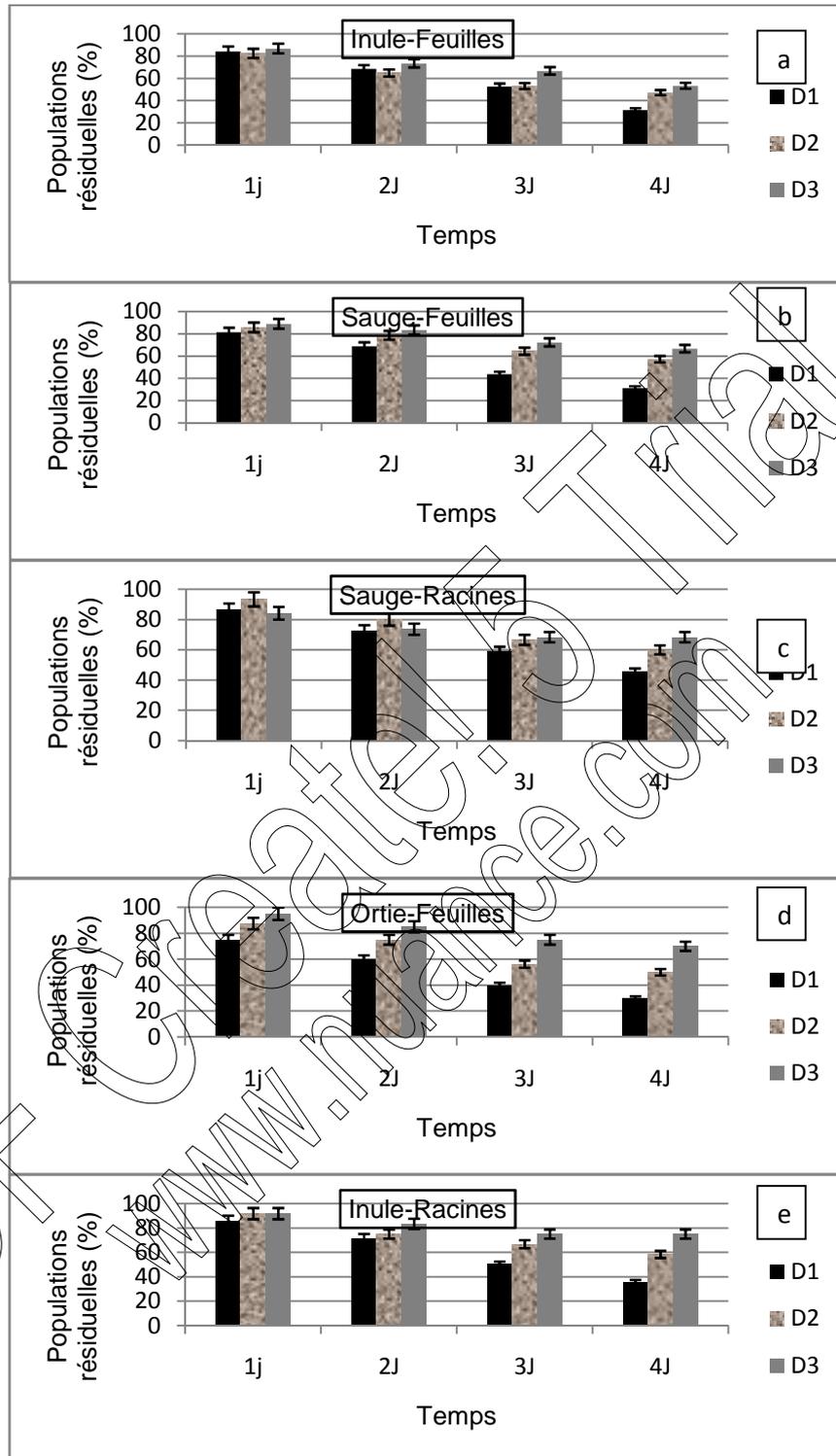


Figure 3.24. Evolution temporelle des populations résiduelles des larves de *T. absoluta* selon les différents phytoextraits et doses testés.

3.4.1.2. Analyse des variations de toxicité des différents phytoextraits sur les populations résiduelles larvaires de *T. absoluta*

La variation temporelle des pourcentages de populations résiduelles de la mineuse de la tomate traitées avec les différents phytoextraits montre une différence très hautement significative ($p < 1\%$, tableau 3.7)

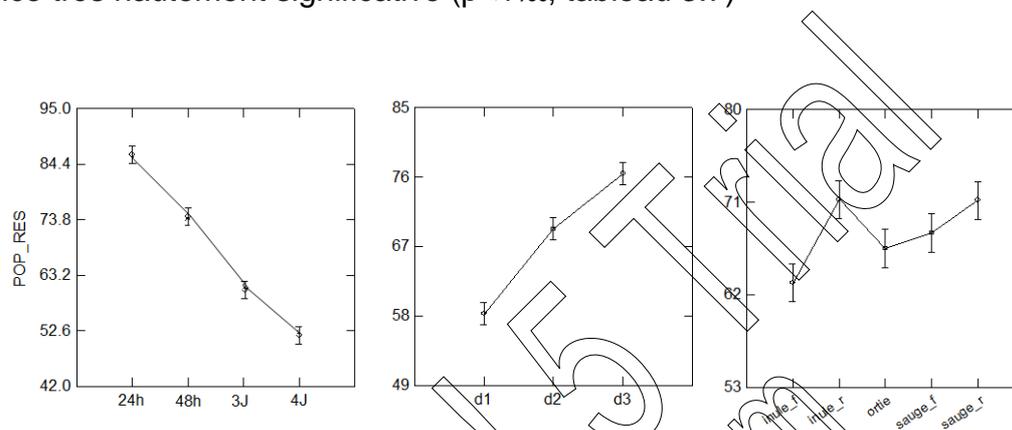


Figure 3.25. Variabilité temporelle des pourcentages de populations résiduelles de *T. absoluta* après application des différents extraits aqueux des plantes étudiées.

Tableau 3.7. Résultats du modèle linéaire global sur les effets des différentes applications des extraits végétaux étudiés sur les populations larvaires de *T. absoluta* dans le temps. (POP_RES: populations résiduelles %, j: jour, d1, d2, d3: doses 1, 2 et 3, f: feuilles, r: racines).

	Somme des carrés	ddl	Moyennes des écarts	F-ratio	P
Plante	554.400	4	138.600	3.371	0.016
Temps	10350.983	3	3450.328	83.910	0.000
Dose	3343.633	2	1671.817	40.658	0.000
Erreur	2055.967	50	41.119		

Les molécules des substances bioactives des différents extraits semblent faibles à la dose D3 puisque les pourcentages des populations résiduelles sont supérieurs à 60%, excepté pour le compartiment feuilles de l'inule qui a présenté

une toxicité moyenne (figure 3.25). La demi dose des solutions aqueuses a conduit à la survie de 42 à 50% de la population, contrairement aux solutions d'extraits bruts qui se sont montrés à la limite de la toxicité sauf pour la partie foliaire de *S. officinalis*. La différence entre les effets dose, demi dose et un quart de dose est très hautement significative ($p < 1\%$, tableau 3.7).

Le compartiment racine de l'inule visqueuse et de la sauge présente un effet faiblement toxique sur les larves de la mineuse, par rapport à celui de la partie aérienne de la sauge et celui de la plante entière de l'ortie. La partie foliaire d'*I. viscosa* paraît avoir un meilleur effet ce qui a conduit à la survie d'un faible pourcentage de populations résiduelles de *Tuta* ($p = 0.01$, tab.3.7 et fig. 3.25).

En considérant l'interaction dose-plante (ANOVA, $p > 5\%$) (Figure 3.26), on remarque que l'effet des extraits bruts foliaires de l'inule et de la plante entière d'*U. urens* (à la dose D1) est différent de celui des autres phytopréparations dans le sens où les larves de *Tuta* traitées par cette plante se sont montrées plus sensibles et se caractérisent par des populations résiduelles faibles. Quand on applique la demi dose des solutions aqueuses, les pourcentages des formes mobiles de la mineuse ont tendance à augmenter pour toutes les applications sauf celle de l'extrait foliaire de l'inule dont l'effet reste stable similaire à celui de la D1. Un effet faiblement toxique est cependant noté avec la D3 caractérisé par des populations résiduelles survivantes homogènes après application de tous les extraits à l'instar de celui de l'inule visqueuse.

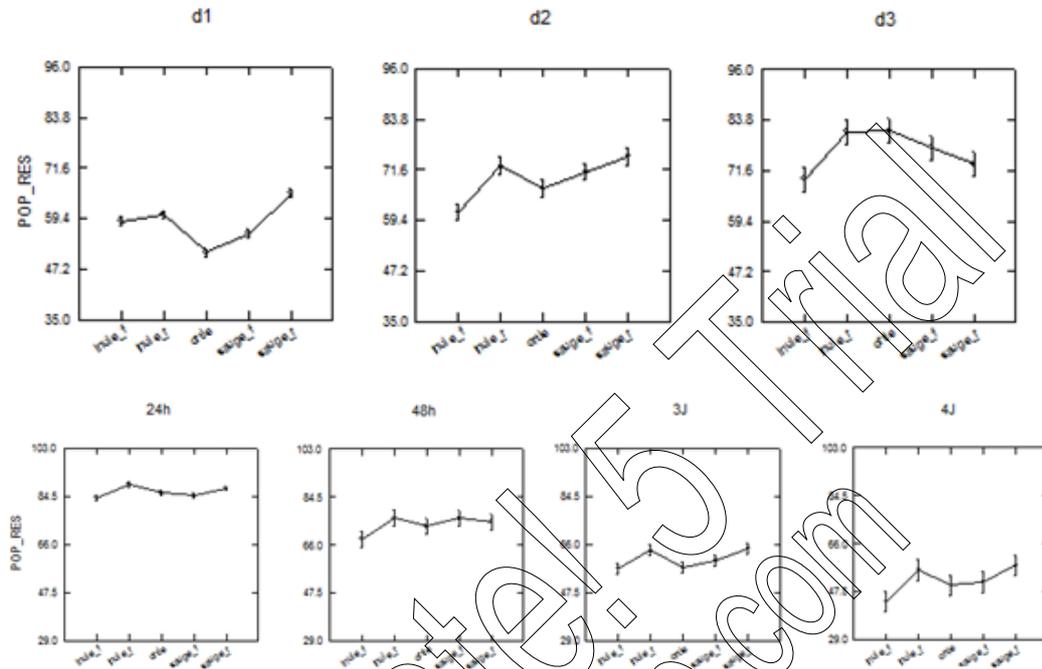


Figure 3.26. Réactions des larves de *T. absoluta* aux différentes doses des extraits de plantes appliqués dans le temps.

L'interaction effet de l'extrait de la plante-temps n'est pas significative (Anova, $P > 5\%$). L'effet des substances bioactives extraites des feuilles de l'inule s'accroît du 1^{er} au 4^{ème} jour. Il est d'abord neutre après 24h et 48h pour devenir moyennement toxique au 3^{ème} jour avec celui de la partie aérienne de l'ortie, puis marginalement toxique au 4^{ème} jour après traitement (figure 3.26). Les effets des autres compartiments végétaux testés semblent homogènes mais faibles à moyennement toxiques durant la période de traitement étudiée.

3.4.1.3 Analyse de l'efficacité globale des phytoextraits sur les populations larvaires de *T. absoluta*

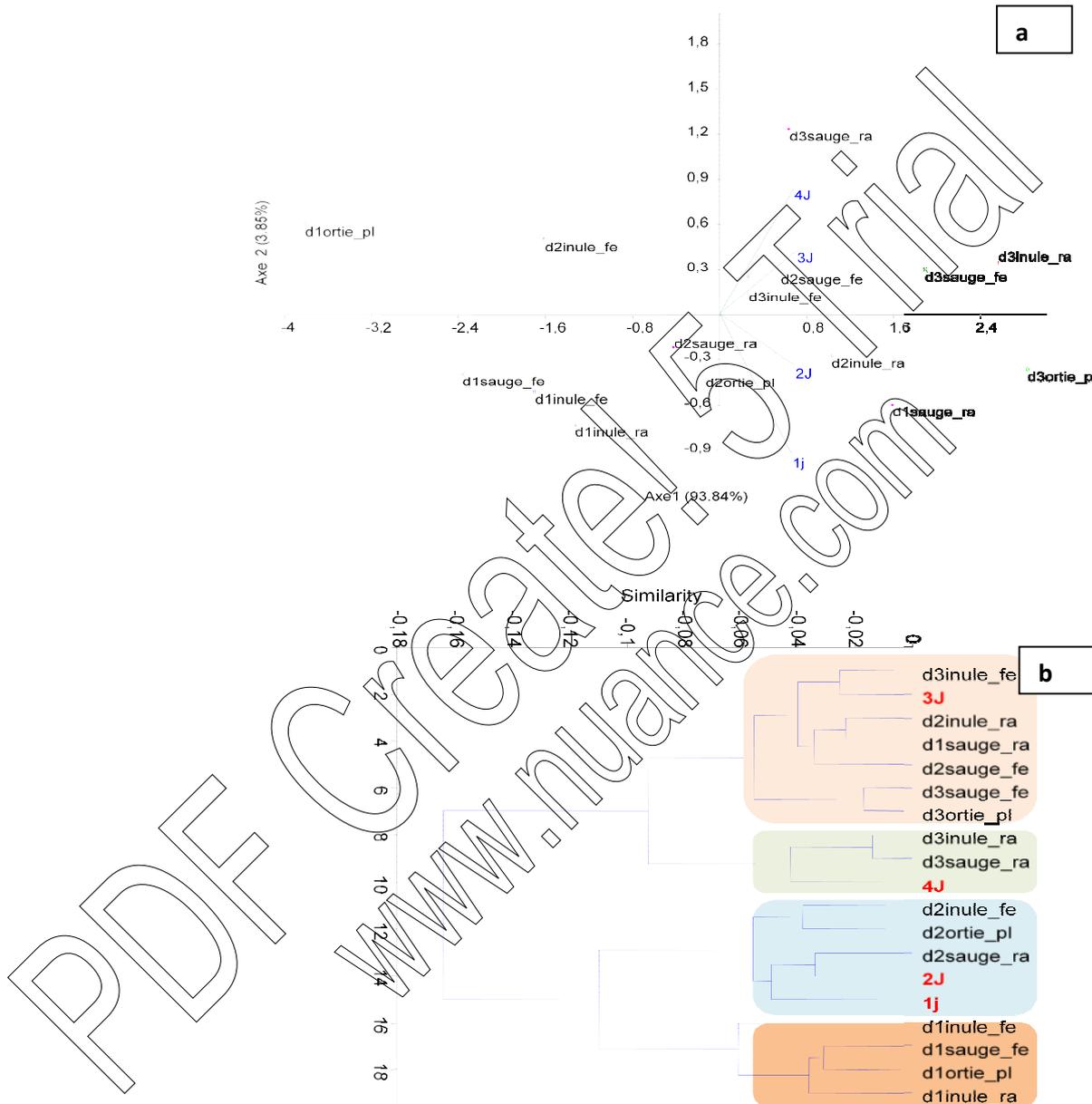


Figure 3.27. Projection des variables des doses des phytoextraits et du temps sur le plan d'ordination de l'ACP (a) et classification ascendante hiérarchique (b)

3.4.2. Doses létales 50 et 90 :

Nous avons calculé les concentrations létales pour 50% et 90% des populations larvaires de *T. absoluta* (Tableau 3.8 et figure 3.28). Les concentrations correspondantes à chaque phytopréparation respective sont très élevées 24 heures après l'application des pulvérisations végétales, elles correspondent à de grandes quantités de matériel végétal à récolter pour préparer les différents extraits. Ces concentrations diminuent graduellement du 2^{ème} au 4^{ème} jour (tableau 3.8). Au deuxième et troisième jour après traitement, les CL50 sont de l'ordre de 150g et 100g de poudre d'ortie par litre respectivement et de l'ordre de 250g de poudre par litre de poudre de racines de l'inule. Au 4^{ème} jour, les CL50 sont les plus faibles et ne dépassent pas les 150g de poudre de chaque plante spontanée à utiliser dans un litre d'eau. On peut remarquer par ordre croissant les CL50 de la partie aérienne de l'ortie (73.7g/l), de la partie racinaire de la sauge (99.7g/l), de la partie foliaire de l'inule (134.2g/l) et à parts égales les CL50 de la partie aérienne de la sauge et de la partie racinaire de l'inule (tab.3.8 et figure 3.29).

Tableau 3.8 : Valeurs des concentrations létales 50 et 90 des phytopréparations utilisées en traitement sur les larves de *T. absoluta*.

Compartiment/plante	CL (g/l)	1 ^{er} jour	2 ^{ème} jour	3 ^{ème} jour	4 ^{ème} jour
Ortie-pl	CL ₅₀	2321,57	149,90	100,48	73,70
	CL ₉₀	55649,55	577,03	345,90	245,76
Sauge-PA	CL ₅₀	5724,9	2170,2	837,15	148,41
	CL ₉₀	27869,67	7223,6	3904,95	735,10
Sauge-PR	CL ₅₀	3,06 10 ¹²	219695,99	4914,77	99,7
	CL ₉₀	6,49 10 ¹²	41,65 10 ⁸	179407	217,02
Inule-PA	CL ₅₀	992,27	372,41	179,47	134,29
	CL ₉₀	26903,19	4817,45	972,63	943,15
Inule-PR	CL ₅₀	68186,37	6634,24	247,15	149,90
	CL ₉₀	16,1 10 ⁶	1110143,67	1312,91	614,00

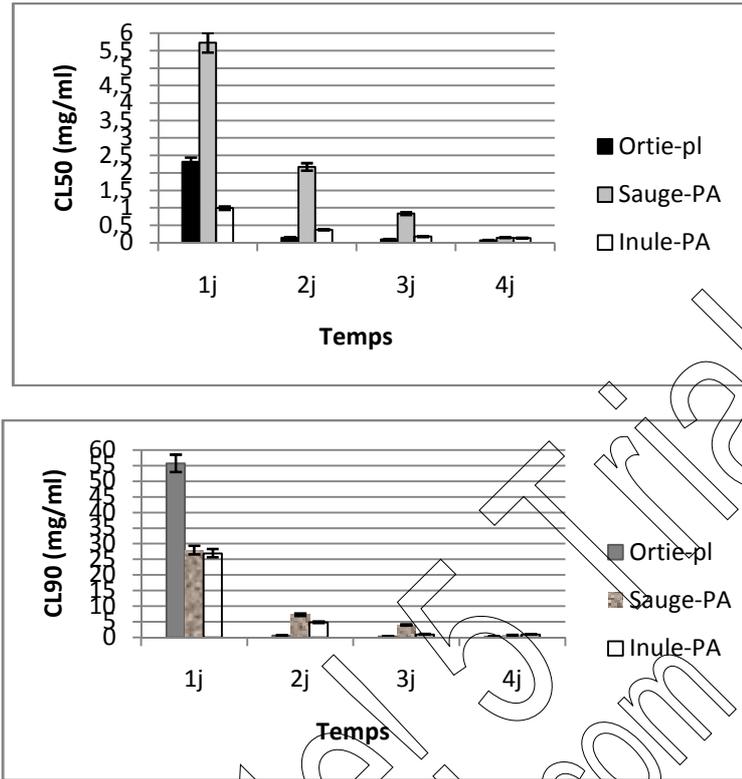


Figure 3. 28 : Variation temporelle des concentrations léthales 50 et 90 en mg/ml des extraits aqueux d' *I. viscosa*, de *S. officinalis* et de *U. urens*, utilisés contre les populations larvaires de *T. absoluta* (Pl: plante entière, PA: partie aérienne, PR: partie racinaire).

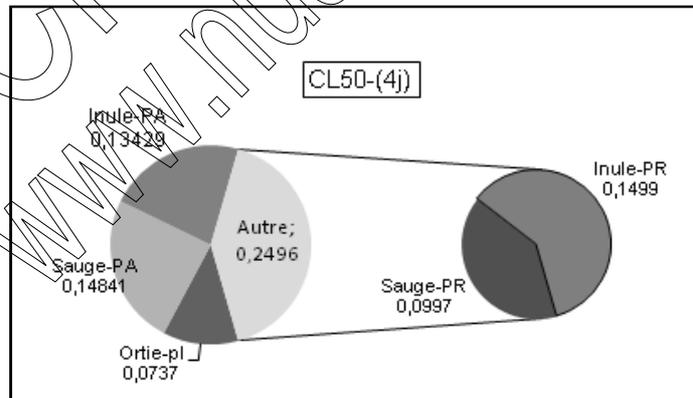


Figure 3.29. Comparaison des CL50 des différents extraits de compartiments de plantes utilisées sur les larves de *T. absoluta* au 4^{ème} jour après traitement (Pl: plante entière, PA: partie aérienne, PR: partie racinaire).

CHAPITRE 4

DISCUSSION

Une invasion biologique, peut être définie par le succès d'une espèce à s'établir, se développer et se maintenir en dehors de sa zone géographique native [107 ; 108] .et donc peut être généralement considérée comme néfaste pour l'agriculture. Malheureusement, les tentatives d'éradication ou de contrôle des populations de ces espèces sont souvent trop tardives et, dans la plupart des cas, vouées à l'échec [109] Premièrement, les facteurs écologiques correspondent aux caractéristiques de l'environnement qui sont susceptibles de favoriser l'installation d'une espèce envahissante, notamment l'absence ou le nombre réduit de prédateurs et de compétiteurs spécifiques expliquant en partie l'explosion démographique d'une espèce en dehors de son aire d'origine [110] [111 ; 112 ; 113]. Deuxièmement, Williamson en 2006 [114], mentionne la libération d'une niche écologique dans le nouvel environnement, induite par exemple par une pression anthropique particulièrement importante. À cela s'ajoute le potentiel invasif (plasticité écologique, biologique, physiologique) de certaines espèces capables en quelques mois d'envahir massivement un écosystème en y déstabilisant la biodiversité indigène [115]. Les populations de la mineuse *Tuta absoluta* sont devenues ainsi pérennes dans leur nouvel écosystème maraîcher et présentent toujours des risques sérieux de nuisibilité en Algérie.

Des publications récentes de la presse de différents pays arabes de la méditerranée ont indiqué que *Tuta absoluta* s'est largement propagée causant de graves dégâts financiers aux agriculteurs dans les deux pays. Les prix de la tomate ont enregistré des en raison de l'insuffisance de Tomate appropriés pour la vente. Un certain nombre d'agriculteurs ont confirmé qu'ils avaient plus de 80% de dégâts causés par *Tuta absoluta* dans leurs cultures. Ces publications si elles sont confirmées signifient que cette espèce invasive a maintenant achevé son invasion de la région méditerranéenne, sans

exception. Tous les pays de la Méditerranée et les mers Eigen abritent aujourd'hui la mineuse de tomate *Tuta absoluta* [116].

4.1. Analyse des observations sur l'infestation de la mineuse de la tomate sur des variétés de tomate cultivées sous serre dans les régions de Douaouda et Oued Djer.

Beaucoup de Solanaceae ont été cités comme une plante hôte de *Tuta absoluta* [77]. Les pertes occasionnées sont dues à une réduction des rendements étant donné la destruction des feuilles et bourgeons, et par les dommages sur les fruits qui diminuent leur valeur commerciale [117].

Le pourcentage des feuilles infestées peuvent refléter le degré d'infestation de la plante par *T. absoluta* [118]. Nos résultats rapportés sur l'évolution de *Tuta absoluta* sur la culture de tomate sous serres dans la région du littoral ouest algérois et sublittoral Mitidja ont montré que les mois de novembre, décembre, mars et mai sont les mois où l'infestation est élevée dans la région littorale. Dans la région du sublittoral, l'infestation est plutôt élevée en novembre, avril et mai. De manière globale, les taux d'infestation sont supérieurs à 50% pour les trois variétés (Zahra, Doucen et Kartier) surtout en mai. Trois périodes d'évolution des infestations ont été observées de novembre à octobre d'octobre jusqu'à avril avec une stabilisation à des taux de 20 à 30%, puis une augmentation rapide du niveau d'infestation qui passe de 30% à plus de 50% d'avril à mai.

Les infestations les plus importantes (entre 30% et 40%), sont observées sur les variétés « Kartier », « Doucen » surtout, et la variété « Zahra » ; alors que les variétés « CLX » et « Pietro » n'ont présenté que des taux faibles ne dépassant pas les 14%.

Les travaux de Liete et al (2001) [119], Expliquent que certaines variétés de tomate dont le niveau en substances allélochimiques est très faible ou nul pendant les différentes phases végétatives sont beaucoup moins infestées par

la mineuse. Par contre, ces variétés se montrent d'autant plus sensibles aux attaques larvaires que leurs teneurs en substances allélochimiques deviennent plus élevés.

L'évolution temporelle du taux d'infestation présente une augmentation de mois novembre jusqu'au le mois de mai dans toute les variétés ces résultat, Leite et al (2004) [16], montre que les infestations sont toujours plus importantes en fin de croissance qu'au début de la croissance.

Les infestations présentent des variations selon le niveau foliaire et les bouquets floraux avec des différences très hautement significatives pour les variétés Zahra, Doucen, Kartier, et Clx 37284 à l'exception de la variété Pietro où la différence entre les différentes infestations n'est pas significative. D'une manière globale, c'est l'étage foliaire basal qui est le plus infesté, et l'étage apical qui est le moins infesté, quelque soit la variété. Les taux d'infestation différent par contre au sein d'un même niveau pour une variété considérée. Ainsi, au niveau de l'étage foliaire basal, les variétés «Doucen», «Kartier» et «Zahra» manifestent par ordre d'importance les infestations les plus élevées avec des taux de 50%, 45% et 35% respectivement. Alors que des infestations faibles au niveau du même étage foliaire de l'ordre de 10% sont constatées chez les variétés «Pietro» et «CLX». L'étage foliaire moyen présente pour les variétés «Doucen», «Kartier» et «Zahra» 25% d'infestation seulement et un taux nettement plus faible de 7% pour les variétés «CLX» et «Pietro» avec une différence non significative pour cette variété L'analyse des variances montre une variation non significative de taux d'infestation en fonction de niveau foliaire sur la variété pietro qui peut s'expliquer par une faible infestation dans tous les niveaux des plants. Globalement, l'étage apical est le moins affecté par les attaques de *Tuta absoluta*.

Leite et al (1999), [120] Oliveira (1999) [121] Lacordaire et Feuvrier (2010) [122], montrent que lorsque les feuilles deviennent de plus en plus sénescentes, les mines de *T. absoluta* ont tendance à se concentrer beaucoup plus sur les feuilles de l'étage moyen que sur celui de l'étage apical, ce qui pourrait s'expliquer par une distribution évolutive de l'infestation en relation

avec les différents stades de croissance de la plante. C'est pourquoi d'après nos observations, les folioles de l'étage basal ont été précocement infestées par rapport à celles de l'étage moyen et apical. Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Aroun et Lourdi (2011) [30] Lourdi (2009) [27], sur les variétés «Doucen» et «Zahra», par Yacef et Bouzidi (2010) [28], sur la variété «Agora» à El Affroun (sublittoral algérois) et ZAID (2010) [36], sur les variétés Susan, TOP 48, à staouli et Cheraga (littoral algérois).

Il apparaît donc qu'il n'y a aucune variété cultivée connue de tomate résistante à *Tuta absoluta*. Ce fait pourrait être associé à la variabilité génétique réduite présentée pendant la domestication de tomate, menant à la perte des gènes qui commande la production des substances allélochimiques impliquées dans la défense des solanacées [123].

La constitution de la population de *Tuta absoluta* à l'intérieur de la serre est différente de celle des autres insectes nuisibles en plein air. *Tuta absoluta* peut se reproduire très rapidement dans les conditions de développement idéales présentes à l'intérieur d'une serre, créant ainsi, en peu de temps, une population de larves de différents âges et générations. En d'autres termes, la population devient rapidement non-synchronisée, ce qui diminue l'efficacité d'un même traitement de n'importe quel type d'insecticide (ou mélange d'insecticides) par génération.

La structure des populations de la mineuse de la tomate sur les variétés étudiées a permis de connaître le nombre des générations évoluant selon la variété étudiée.

Les analyses factorielles de correspondance ont fait ressortir que le taux d'infestation est important au début et à la fin de la culture sur les variétés «Pietro» et «CLX(37284)», durant les mois de décembre, janvier et mars sur les variétés «Doucen» et «Kartier». Sur la variété «Zahra», le taux d'infestation augmente au mois d'avril.

D'après nos observations, les variétés les plus susceptibles aux attaques larvaires de la mineuse sont la variété "Doucen" cultivée au littoral, la variété "Zahra" de la région du sublittoral et la variété "Kartier" importée. La période correspondante à cette activité maximale se caractérise par une forte présence larvaire sur les différents niveaux foliaires lorsque le développement de la tomate a atteint le 6^{ème} bouquet floral. Les périodes de diminution des effectifs des larves de 4^{ème} stade nous ont permis d'établir les générations larvaires probables de *T. absoluta* sous serre dans les régions du littoral (Douaouda) et du sublittoral (Oued Djer).

Nous avons pu caractériser 2 générations larvaires hiverno-début printanières et deux générations larvaires printanières entre avril et mai, pour "Zahra" et "Doucen". Les populations larvaires de la mineuse semblent se développer en 2 périodes larvaires durant l'hiver-début printemps puis deux autres périodes larvaires en avril-mai sur les trois variétés "Kartier", "Pietro" et "CLX". En moyenne, sur les 5 variétés étudiées, la première génération larvaire dure 36 jours, la seconde 37 jours, la troisième 41 jours et la quatrième génération larvaire dure 31 jours selon nos résultats. Les différentes durées cumulées pour chaque variété, indiquent que le développement larvaire sur la variété "Zahra" à Oued Djer est plus long (185 jours) et se fait plus lentement, vraisemblablement en raison non pas de l'insect-proof et des pièges à phéromones utilisés mais de la fréquence des fertilisations et des traitements insecticides réalisés mensuellement (9 applications de pesticides au total et 15 apports en engrais et hormones de croissance de novembre à mars). Il semble donc que le développement larvaire soit perturbé par ce mode de conduite phytostimulante et phytosanitaire de la culture d'où des durées supérieures à 1 mois pour chaque génération larvaire. Les variétés "Doucen", "Pietro", "Kartier" et "CLX" se distinguent par des générations larvaires de durée plus courte notamment, entre 31-32 jours et 31-42 jours en moyenne. La variété locale "Doucen" présente par ailleurs une durée de développement totale de 153 jours des larves de *T. absoluta*, et la durée la plus courte sur la variété "Kartier", 128 jours.

Barrientos *et al.* (1998) [9], ont signalé que *Tuta absoluta* a un potentiel reproducteur élevé. Les larves ne marquent pas de diapause aussi longtemps que la nourriture est disponible, Le cycle de vie de *Tuta absoluta* peut avoir 10 à 12 générations par an en Espagne [124], Les études au Chili ont prouvé que le développement de *T. absoluta* est de 76.3 jours quand la température est de 14°C [125]. Le cycle de développement est de 39.8 jours à 19.7°C et de 23.8 à une température de 27.1°C [9]. Le cycle biologique est accompli en 29-38 jours selon les conditions environnementales [69]. En Argentine *T. absoluta* peut accomplir son cycle de vie en 30 jours [126].

Les conditions abiotiques et biotiques des régions influent sur le nombre des générations et la durée de développement de la mineuse. En comparaison avec nos résultats, Mahdi (2011) [38], signale que le développement larvaire nécessite 23 ± 3.1 jours à 15°C, 13.3 ± 1.2 jours à 21°C et 7.9 ± 1.2 jours à 30°C. Le cycle biologique est accompli en 34 jours avec une moyenne de température de 20°C et une moyenne d'humidité de 70% à Staoueli, et en 29,5 jours à une moyenne de température de 23°C et une moyenne d'humidité de 66% à Douaouda ville, sur la côte algéroise [29], .Deux générations ont été notées par Yasef et Bouzidi (2010) [28], au niveau de la région EL-Affroun sur culture sous serre de tomate durant un période de 3 mois. OUDOUID (2009) [33], dans son travail dans la région du littoral ouest algérois sur culture de tomate sous serres variété DOUCEN et BOND, a pu enregistrer l'existence de deux générations sur une période de deux mois et il a mis en évidence que le cycle de développement de *T. absoluta* est de 43 jours à une moyenne de température de 20°C et une moyenne d'humidité de 90% sous serre alors qu'en plein champs il est accompli en 34 jours avec une moyenne de température de 20°C et une moyenne d'humidité de 70%. Le mode de protection au niveau de chaque serre a influé sur la dynamique des populations de *T. absoluta*. GUENNAOUI (2008) [2], a signalé que le suivi de la biologie de *T. absoluta* en conditions semi-contrôlées permet de noter une durée du cycle relativement courte de 4 semaines environ dans des conditions thermiques proches du terrain à Mostaganem.

AWACK et LEATHER (2002) [127] , (Patricia et al, 2006) [128], ont rapporté que la valeur nutritive de l'hôte peut influencer directement la survie des larves Selon NICOLE (2002) [129], l'orsqu' un insecte est spécifique à une plante, il doit y retrouver certaines caractéristiques nutritionnelles essentielles en relation avec la qualité phytochimique de cette plante, lui permettant de réaliser correctement et le plus rapidement possible son cycle vital. La qualité alimentaire élevée de la tomate a eu des effets positifs sur le développement de *T. absoluta* par la réduction de son cycle biologique et la capacité d'augmentation de ses populations [127]. Les travaux de Belhadj (2010) [37], dans la région de Boumerdes dans le littoral est algérois, montrent que la distribution des populations entre les différentes variétés de la tomate ronde, s'est traduite par une forte pullulation des quatre stades larvaires ainsi que de la chrysalide sur la variété «Pristyla» par rapport à la variété «Jawhara» soit à des taux de 20 à 44%. Les faibles pourcentages d'attaque ont été notés sur les variétés de la tomate cerise (K6, Sontonio et Minilon) soit à des taux de 15 -28 %, et les mines creusées sur les feuilles des variétés de la tomate ronde sont plus importantes que celles creusées sur les feuilles des variétés de la tomate cerise.

L'azote et le potassium pourrait affecter le degré d'attaque des insectes, car un excès d'azote et un déficit en potassium provoquent chez la plante une accumulation en acides aminés qui entraîne une augmentation du degré d'attaque des insectes [130]. L'évolution temporelle du taux d'infestation présente une augmentation du mois de novembre au début de la croissance jusqu'au mois de mai en fin de croissance chez toutes les variétés. Quand la population initiale d'insecte est basse, une attaque plus élevée se produit à la fin de la période de végétation [16]. *Tuta absoluta* a un potentiel reproducteur élevé. Les larves ne marquent pas de diapause aussi longtemps que la nourriture est disponible, et il peut y avoir 10 à 12 générations par an [9]. Il est reconnu que le risque potentiel d'infestation de la culture par les insectes dépend de son mode de conduite, du précédent cultural et des types d'apports en fertilisants. Les niveaux d'infestation larvaire sont plus élevés vers la fin du cycle végétatif de la plante et peuvent même devenir critiques. Le nombre de feuilles minées diffère entre les étages foliaires qui corrobore les

observations mentionnées par [24]. que les plants de tomate peuvent être infestés à tous les stades. Apparemment, des terpènes seraient associés à l'oviposition de *T. absoluta* sur des supports nutritionnels préférés de la plante et en conséquence détermineraient un taux d'attaque et d'infestation des larves en rapport avec le nombre de pontes [131]. Les mines de *T. absoluta* ont tendance à se concentrer beaucoup plus sur l'étage foliaire moyen que sur l'étage foliaire apical lorsque les feuilles deviennent sénéscentes [121]. C'est la densité des trichomes glandulaires de type VI notamment ainsi que leurs exsudats et les idioblastes cristallifères du tissu palissadique foliaire qui sont à l'origine de la résistance de la tomate aux attaques de ravageurs et de la mineuse *T. absoluta* en particulier. Il a été démontré par plusieurs auteurs revue in Leite et al. (2001) [16] Leite et al. (2004) [119], que les trichomes glandulaires de type VI produisent le tridécan-2-1 et l'undécan-2-1 qui sont responsables de cette résistance. D'autres facteurs de résistance possibles incluent les barrières, la densité, la longueur et la forme mécanique des trichomes. La présence des cristaux dans les feuilles est un autre facteur qui peut rendre l'alimentation difficile pour les insectes, avec l'occurrence élevée des cristaux d'oxalate de calcium.

Les larves préfèrent les jeunes feuilles et les jeunes pousses de tomates et vont pénétrer à l'intérieur de celles-ci plusieurs fois et y creuser des « mines ». Les larves se dispersent et sortent, puis elles pénètrent à nouveau à l'intérieur des plants. Des populations plus nombreuses attaquent les fruits de tomate verts. Les chenilles de *T. absoluta* attaquent le mésophylle foliaire, sans toucher à l'épiderme. Les feuilles touchées peuvent se nécroser, et la mort des points de croissance peut compromettre la croissance de la plante. Des trous marquant l'endroit où la chenille a pénétré dans les tissus de la plante sont visibles sur les fruits, les points de croissance et les feuilles. Les chenilles du premier stade attaquent habituellement les feuilles, mais elles peuvent également infester les points de croissance et les fleurs, tandis que les chenilles plus âgées préfèrent généralement les fruits, en particulier lorsque les populations sont élevées. Les fruits attaqués présentent de petites perforations et des trous de sortie et sont déformés. La surface des fruits mûrs peut présenter des cicatrices. Pour la variété « Doucen », le rendement a été de 22

qx par serre en moyenne, en 2010, contrairement à la variété «Kartier», «Pietro » et (CLX37284) où les fruits ont été entièrement infestés ; alors que pour la variété de tomate «Doucen», malgré que le feuillage avait été infesté, les fruits n'ont pas été minés.

La répartition des larves de *Tuta absoluta* montre une répartition contagieuse durant les mois de janvier et février sur toutes les variétés étudiées, malgré un faible taux d'infestation enregistré durant cette période. D'une part, le nombre de feuilles infestées est faible mais le nombre de mines actives est important, dû probablement à l'absence des traitements insecticides pouvant influencer sur l'activité des larves. D'autre part, la répartition des larves est contagieuse à l'étage basal puis l'étage moyen et faible au niveau apical au début de cycle végétatif de la tomate et important au niveau moyen et apical par rapport au niveau basal à la fin de la phénologie de la plante. Les travaux de Silva et al. (1998) [131] Leite et al. (1999a, b) [120 ;132] Oliveira,(1999) [121], rapportés par Leite et al, (2003) [133], confrontent nos résultats et montre que la position des feuilles sur les étages foliaires influencent les attaques de *T. absoluta* et *Liriomyza* spp, qui présentent une ponte préférentielle sur les feuilles de l'étage apical qui sont plus tendres et de haute valeur nutritionnelle. Les pontes déposées sur les étages foliaires moyen et apical, indiquent une stratégie des femelles commencent par repérer les jeunes pousses qui permettent le développement de leur progéniture avant de pondre leurs œufs.

4.2. Evaluation de l'effet insecticide des phytoextraits étudiés à base d'*I. viscosa*, *S. officinalis* et *Urtica urens*.

La lutte chimique semble être le moyen le plus efficace pour juguler les parasites des cultures maraîchères. Cependant, elle présente de nombreux inconvénients tels que la pollution de l'environnement, les problèmes d'intoxication des opérateurs et des consommateurs, l'élimination de l'entomofaune utile, le coût élevé des appareils et des produits de traitement, l'accumulation des résidus dans la chaîne alimentaire et notamment l'apparition d'un phénomène de résistance des parasites au fil du temps [106].

Dans son aire d'origine, il est important de souligner que *Tuta absoluta* est résistant à de nombreux produits phytosanitaires. Par ailleurs, l'expérience des pays voisins (Espagne, Algérie, Maroc, Tunisie) touchés par les dégâts de ce ravageur a montré que le recours à la lutte chimique est insuffisant [122].

Quelques études fragmentaires ont été réalisées dans le monde sur la résistance de *Tuta absoluta* aux insecticides organophosphorés et aux pyréthrinoides, au Chili [134]. Une diminution de l'efficacité des insecticides organophosphorés en Bolivie et au Chili a été observée par Moore (1983) [135], et Larraín (1986) [136], et à l'abamectine, au cartap, aux methamidophos et au perméthrine rapportées au Brésil par [137 ;138].

Les matières actives Spinosad, Indoxacarb, Azadirachtine, Métaflumizone et les nouvelles substances Flubendiamide et Rynaxypyr sont surtout actives sur les chenilles par ingestion et ont une activité insecticide par contact limitée, [139].

Les agriculteurs algériens par leur ignorance des mesures prophylactiques contribuent d'une façon indirecte à la propagation et la pullulation de la mineuse ; les débris de cultures par exemple laissées sans incinération ni enfouissement sont de véritables foyers d'infestation, [140]. La plupart des insecticides courants dont l'application directe est autorisée sur les cultures dans l'Union Européenne ont une faible activité par contact et ne tuent pas une quantité suffisante d'insectes adultes.

Les produits alternatifs sont devenus alors très séduisants par leur profil à faible impact pour l'environnement et la santé mais aussi par leurs modes d'action parfois originaux. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité[141 ;142]. C'est ainsi qu'avec plus de 400.000 substances chimiques (terpènes, alcaloïdes, phénols, tannins), le règne végétal constitue la plus grande source de produits insecticides naturels du monde [143 ;144 ;145].

En effet, les plantes synthétisent de nombreux métabolites secondaires dotés de propriétés répulsives, anti-appétantes ou biocides à l'égard des herbivores [146]. Au cours de leurs processus évolutifs, les plantes, pour pallier aux bioagressions, se sont spécialisées dans la synthèse des métabolites secondaires à effets insecticides ou insectifuges. Certaines familles de végétaux métabolisent des alcaloïdes, souvent violemment toxiques, des acides ou des hétérosides ou encore des molécules aromatiques comme certains alcools: phénols, cétones, aldéhydes, et terpènes produits en permanence par des plantes aromatiques. Plusieurs de ces classes de molécules peuvent être présentes dans une même plante, et vont agir sur le comportement d'un grand nombre d'insectes phytophages par des processus de répulsion ou d'antiappétence [147]. Leur toxicité s'exerce de façon sélective sur le système nerveux (neurotoxique), le système reproducteur (reprotoxique) ou le système digestif des bioagresseurs [148].

Nos résultats montrent un effet biopesticide lent des solutions aqueuses appliquées sur les feuilles infestées par les larves de la mineuse de la tomate. Les molécules bioactives semblent avoir un effet efficace dès le 4^{ème} jour après traitement. Après 24 heures. Les chenilles ne sont pas influencées par les différents extraits du fait que les pourcentages post-traitement des populations résiduelles observées se maintiennent à des valeurs élevées. On observe ainsi une toxicité graduelle allant de la neutralité à un effet faiblement toxique qui n'a été atteint que le 3^{ème} jour. Notre expérience a permis de constater un effet insecticide à la limite de la toxicité au 4^{ème} jour concernant en particulier l'extrait du compartiment feuille d'*I. viscosa*. L'inule visqueuse est connue pour ses activités anti-inflammatoires, antidiabétiques, antipyrétiques et antiseptiques [149]. Et son effet antiulcérogénique attribué à sa composition flavonique. L'extrait flavononique et l'huile essentielle de cette plante montrent une activité antifongique contre les dermatophytes et *Candida spp* et différentes moisissures. L'activité inhibitrice de l'huile essentielle d'*Inula viscosa* sur les souches *Aspergillus flavus* de référence (AFR) ,994294 ; *Aspergillus flavus* (AF) ; *Rhizopus stolonifer* (O1) ; *Trichoderma sp* (R3) ; *Fusariumsp* (Fus)] est puissante. Les pourcentages d'inhibition dépassent 50% dans toutes les

souches, il varie entre 56,75% dans le cas d'*Aspergillus flavus* de référence (AFR) et 84,11% dans le cas de *Rhizopus stolonifer* à 200ml [150].

Les travaux de M.S. Ali-Shtayeh et al, (1998) [151] et M. Maoz & I. Neeman (1998) [152] ont noté une activité antibactérienne des extraits d'*I. viscosa* vis-à-vis des bactéries à Gram⁺ et à Gram⁻. Bssaibis (2009) [153]. montre aussi que les tests de sensibilité antibactérienne sur les souche bactériennes d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Staphylococcus epidermidis* aux différents extraits de *I. viscosa*, ont permis de révéler la présence d'une activité antibactérienne des différents extraits.

Les principes actifs de l'inule sont notamment le camphre, l'eucalyptol, le thymol. Son huile essentielle comprend 32 composants dont le fokiéol (11,8%), le T- murorol (7,9%), le (E)-nérolidol (5,5%) et le γ -cadinène (5.0%), [154]. Par ailleurs, l'inule visqueuse est réputée être un "insecticide végétal" qui combat la mouche de l'Olive *Bactrocera oleae* Gmel. via un hyperparasitoïde au niveau de ses inflorescences *Eupelmus urozonus* Dalman, [155]. L'effet de l'extrait d'ortie montre une toxicité moyennement toxique durant toute la durée de l'expérience. L'ortie est riche en flavonoïdes (quercitine), en fer, en calcium, en potassium, en magnésium ainsi qu'en vitamine A et C. Les racines contiennent des phytostérols. La macération d'ortie est utilisée comme éliciteur amenant ainsi la plante à exacerber ses mécanismes de défense, ce qui pose la question du raisonnement des interventions, domaine dans lequel les Avertissements Agricoles et la modélisation du développement des maladies et ravageurs, devraient avoir un rôle majeur à jouer [156]. Des infusions d'ortie ont été particulièrement efficaces sur l'Aleurode notamment sur la variété de chou rouge [157]. En plus de la stimulation de la flore microbienne du sol et l'amélioration de la fonction chlorophyllienne) ; l'ortie est un bon activateur de compost, et dont les principes actifs sont représentés par un cocktail d'éléments organiques et minéraux encore mal connus mais au rang desquels figure l'acide formique. [158].

La sauge et l'inule présentées à l'état frais ou en extraits se sont révélées antiappétants et acridicides [159]. Ces deux plantes ont manifesté vis à vis du criquet pèlerin une toxicité aigue très faible voire nulle, le pourcentage des survivants restant supérieur à 90%. Cependant leur toxicité différée s'est traduite par une diminution significative de la fécondité des femelles traitées et du taux d'éclosion des œufs. Les extraits de la sauge présentent un aspect particulièrement nocif sur la vitellogénèse de *S. gregaria*. [160]. La sauge est particulièrement riche en flavonoïdes et phytoestrogènes, qui lui confèrent ses principales propriétés, mais elle est également riche en thuyone (12 à 33%), en diterpènes et triterpènes, salvène, flavonoïdes, et tanins. En infusion de fleurs et de feuilles la sauge a une action insectifuge sur pucerons, acariens et chenilles, [161] Bisio, (2010) [162], a prouvé que la plus grande partie des exsudats examinés de *Salvia officinalis* possèdent une activité inhibitrice sur la germination de *Papaver rhoeas* L. et *Avena sativa* L. L'efficacité des extraits de plantes spontanées choisies *Chelidonium majus* L. (Papaveracées), *Ranunculus auricomus* L. (Ranunculacées), *R. polyanthemus*, *R. scleratus* *Calendula officinalis* L. (Asteracées), *Tagetes padula* L. (Asteracées) *T. erecta*, *Sinapis alba* L. et *Armoracia rusticana* L. (Brassicacées) dépend de la qualité de forme de préparation du traitement. (Zarins et al., 2009) [163], qui font remarquer que ces phytopréparations peuvent être considérés comme phytoinsecticides de contact, alors que les mines engendrées sur le feuillage par les larves protègent les larves des insecticides de contact. Les effets toxiques et répulsifs de ces extraits aqueux pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des larves [164]. Le caractère répulsif de ces extraits contre les larves pourrait également être dû à une forte teneur de constituants majoritaires, à des métabolites minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants. Leur efficacité se fera en fonction des niveaux d'infestation et elle est soumise à des conditions de températures qui ne sont pas toujours satisfaites. [165].

Conclusion et perspectives

La Mineuse de feuilles de tomate, *Tuta Absoluta* (Lépidoptère : Gelechiidae) est un parasite dévastateur sérieux de la tomate. Causant une forte préoccupation dans la région méditerranéenne quant au futur de la production de tomate autour de la méditerranée. *Tuta Absoluta* a acquis la susceptibilité réduite et la résistance aux insecticides chimiques qui ont été précédemment efficaces et à l'échec des insecticides synthétiques. Dans tous les cas, l'importance de ses dégâts potentiels et les difficultés de lutte justifient une grande vigilance de la part des conseillers techniques et des producteurs. Les sources primaires d'infestations sont restées généralement indéterminées. Des mesures phytosanitaires drastiques, comprenant la destruction des cultures atteintes, doivent être mises en œuvre dans la plupart des cas.

L'approche de l'étude des infestations de la mineuse de la tomate réalisée sur diverses variétés cultivées sous serre nous a mené aux précisions et hypothèses suivantes telles qu'elles ont été présentées en objectifs.

La répartition des larves de *Tuta absoluta* montre une répartition contagieuse durant les mois de janvier et février sur toutes les variétés étudiées. Cette répartition des larves est contagieuse à l'étage basal puis l'étage moyen et faible au niveau apical au début de cycle végétatif de la tomate et important au niveau moyen et apical par rapport au niveau basal à la fin de la phénologie de la plante .

L'évolution temporelle du taux d'infestation présente une augmentation de mois novembre jusqu'au le mois de mai dans toute les variétés avec une infestation importante dans la région littorale par apport sublittoral.

Les mois de novembre, décembre, mars et mai sont les mois où l'infestation est élevée dans la région littorale. Dans la région du sublittoral, l'infestation est plutôt élevée en novembre, avril et mai.

Les variétés locales “Zahra” et “Doucen” restent les plus susceptibles aux attaques des larves de la mineuse de la tomate, par rapport aux autres variétés étudiées.

Une approche alternative de gestion est un besoin urgent pour la mineuse de la tomate. Une solution possible est la continuation de l'utilisation du piègeage à l'aide des phéromones et qui serait une technique de gestion soutenable, agroécologique et efficace.

La lutte phytosanitaire est importante pour réduire la population résiduelle de *Tuta absoluta* entre deux récoltes et afin d'éviter la pénétration à l'intérieur des serres des papillons de *Tuta* et des plants infestés. Les méthodes pouvant être mises en oeuvre sur le plan technique en amont pour éviter les traitements doivent être focalisées sur les itinéraires techniques et la recherche de variétés résistantes, mais aussi en aval sur la façon de traiter elle-même. La modélisation des risques avec des règles de décision appropriées permettront de traiter aux moments opportuns. L'optimisation des doses de traitement et l'utilisation d'un matériel performant permettront également d'utiliser des doses adéquates et d'optimiser les pulvérisations.

Afin d'éviter la déprédation des cultures, il est important de détecter les symptômes de manière précoce, en particulier, les oeufs et les petites galeries. Des pièges à phéromones sont habituellement utilisés pour évaluer les populations de noctuelles mâles présentes dans les cultures ou dans un périmètre proche.

L'installation de filets de protection sur les conduits d'aération des serres peut aider à empêcher l'entrée des populations de *T. absoluta* adultes. Pour être efficaces, ces filets doivent avoir une densité de maille de 9 x 6/cm². A noter que le fait d'installer des filets pour protéger les serres empêche également l'entrée des parasitoïdes et des prédateurs naturels créant un obstacle à la lutte biologique basée sur la préservation des organismes bénéfiques. Les filets réduisent aussi la ventilation des serres, et il faut donc trouver des solutions pour pallier à ce problème.

Gestion du matériel de plantation en utilisant des plants non contaminés. Tant que les déprédations causées par les ravageurs restent minimales, il est important d'enlever les feuilles, les tiges et les fruits infestés par les larves et les pupes, et de les isoler dans des sacs en plastique. La suppression des adventices pouvant servir d'hôte au ravageur empêchera les larves de se déplacer rapidement et d'aller coloniser de nouvelles plantes.

Les pourcentages des populations larvaires résiduelles diminuent nettement du 1^{er} au 4^{ème} jour après l'application des solutions des différents extraits aqueux. C'est au 4^{ème} jour après traitement que les populations résiduelles de *T. absoluta* sont faibles.

Les molécules des substances bioactives des différents extraits semblent faibles à la dose D3 puisque les pourcentages des populations résiduelles sont supérieurs à 60%, excepté pour le compartiment feuilles de l'inule qui a présenté une toxicité moyenne. La demi-dose des solutions aqueuses a conduit à la survie de 42 à 50% de la population, contrairement aux solutions d'extraits bruts qui se sont montrés à la limite de la toxicité sauf pour la partie foliaire de *S. officinalis*.

Le compartiment racine de l'inule visqueuse et de la sauge présente un effet faiblement toxique sur les larves de la mineuse, par rapport à celui de la partie aérienne de la sauge et celui de la plante entière de l'ortie. La partie foliaire d'*I. viscosa* paraît avoir un meilleur effet.

Dans l'ensemble des tests réalisés, les CL50 paraissent toujours plus faibles pour toutes les doses au bout de premier et deuxième jour de traitement. L'extrait aqueux de l'ortie est également plus toxique par rapport aux autres extraits.

Nos résultats montrent un effet bio-pesticide lent des solutions aqueuses appliquées sur les feuilles infestées par les larves de la mineuse de la tomate. Les chenilles ne sont pas influencées par les différents extraits du fait que les pourcentages post-traitement des populations résiduelles observées se maintiennent à des valeurs élevées.

Notre expérience a permis de constater un effet insecticide à la limite de la toxicité au 4^{ème} jour concernant en particulier l'extrait du compartiment feuille d'*V. viscosa*

Après les données que nous avons recueillies lors de notre étude, il sera nécessaire de déterminer l'identité des composés larvicides présents au sein de ces plantes, la présente étude de l'évaluation larvicide de ces espèces contre les larves testée est une plate forme primaire pour d'autres études phytochimiques et pharmacologiques.

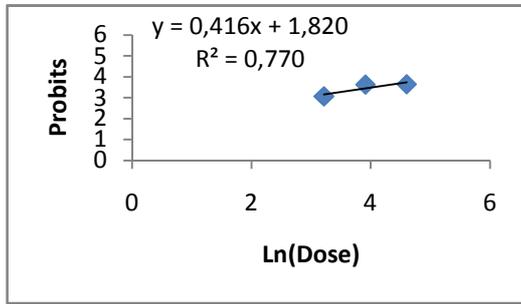
Ces résultats prometteurs ouvriront la possibilité de trouver de nouveaux biopesticide naturels à base de végétaux, considérés comme adventice , mais en vérité peuvent être source efficace dans la lutte contre les insectes ravageurs des culture.

APPENDICE A

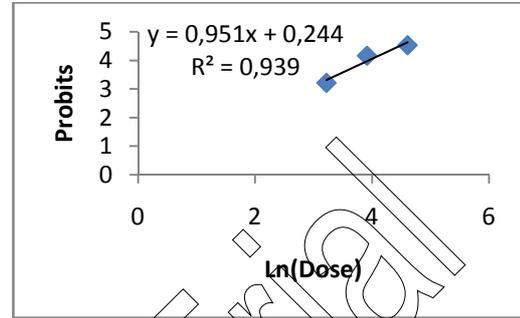
Tableau A : Tableau des probits

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.18	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

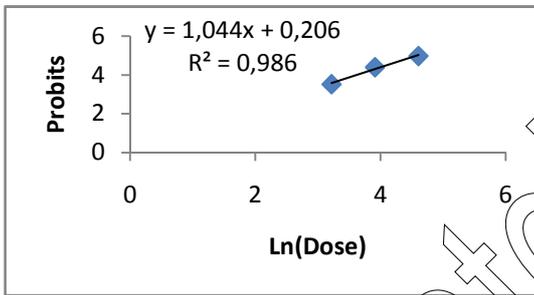
APPENDICE B



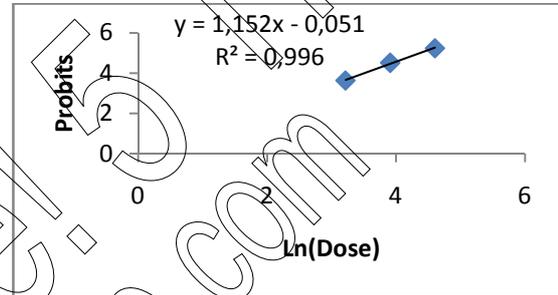
A



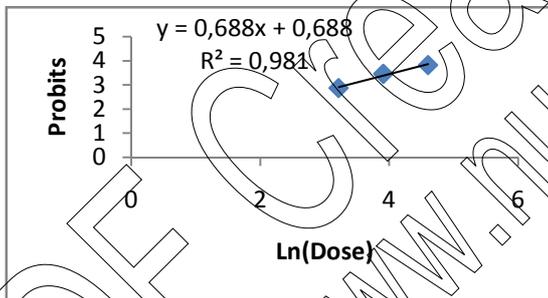
B



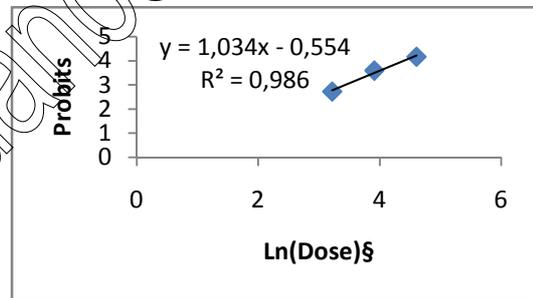
C



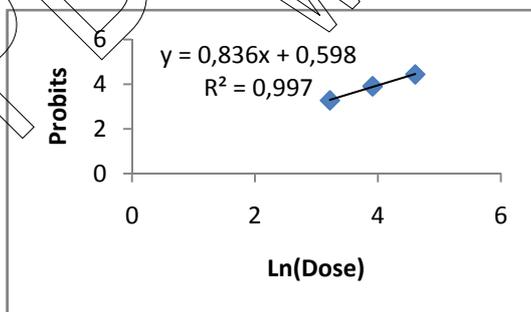
D



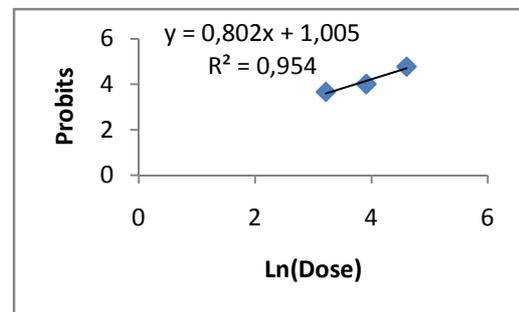
E



F



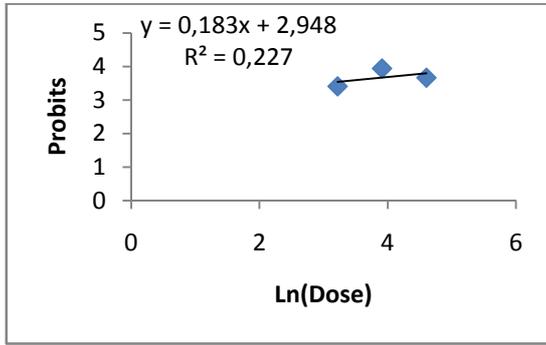
G



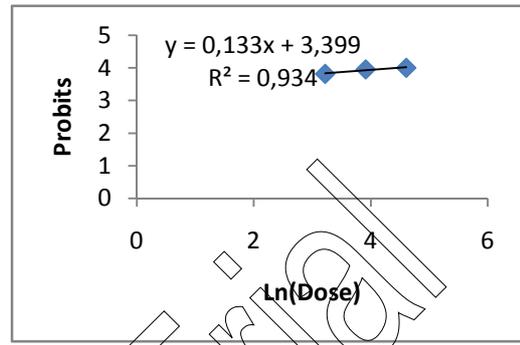
H

Figure B : Efficacité des extrais utilise contre *tuta absoluta*

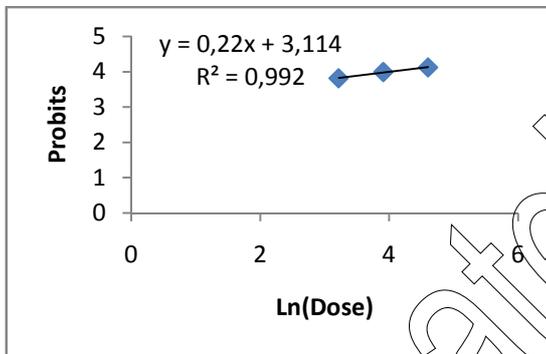
APPENDICE B1



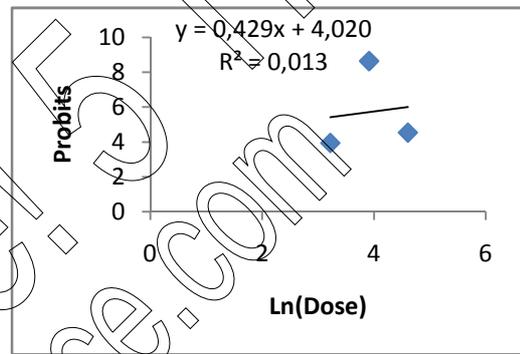
I



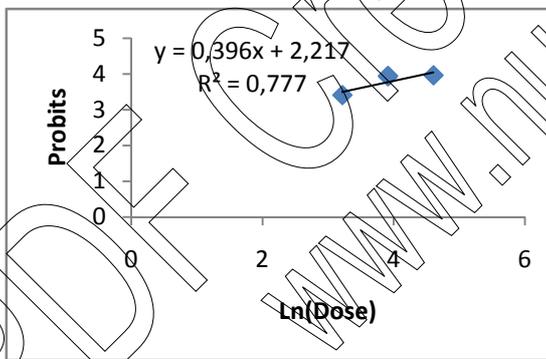
J



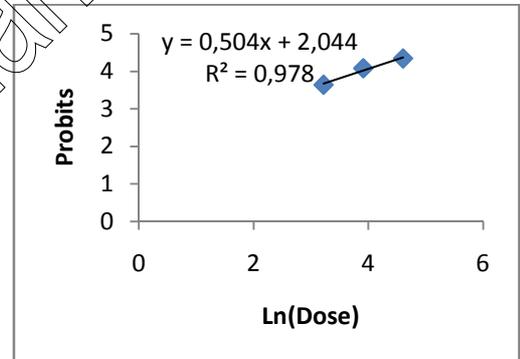
K



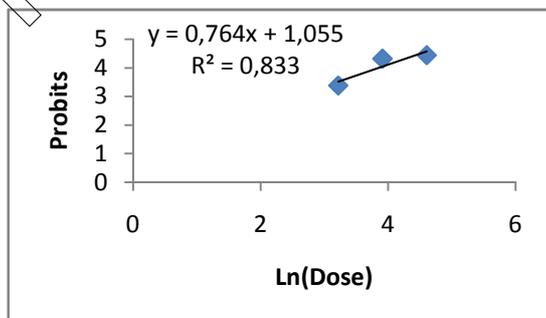
L



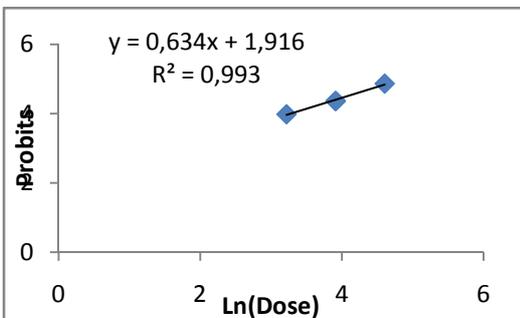
M



N



O



P

Figure B1 : Efficacité des extraits utilise contre *tuta absoluta*

APPENDICE B2

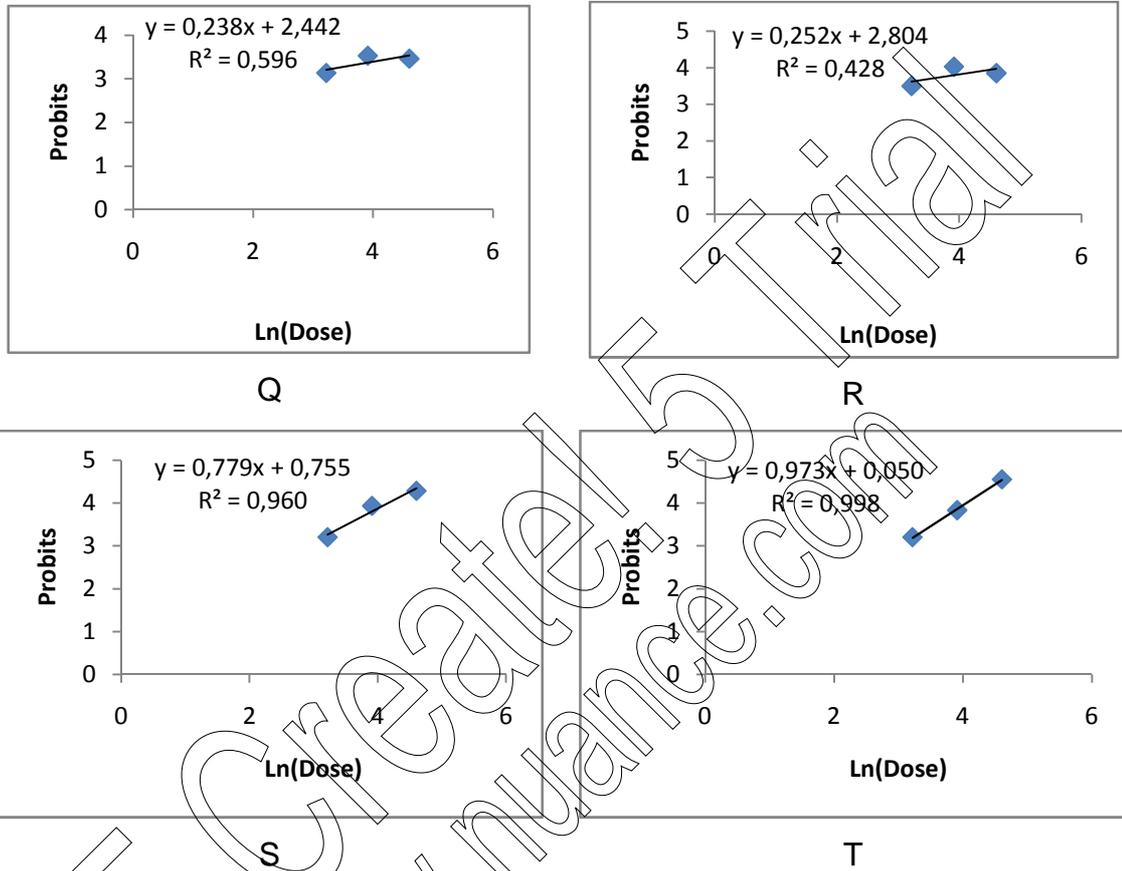


Figure B2 : Efficacité des extraits utilise contre *tuta absoluta*

- A : Ortie (1j) B : Ortie (2j) C : Ortie (3j) D : Ortie (4j) E : S01 (1j)
- F : S01 (2j) G : S01 (3j) H : S01 (4j) I : S02 (1j) J : S02 (2j)
- K : S02 (3j) L : S02 (4j) M : M01 (1j) N : M01 (2j) O : M01 (3j)
- P : M01 (4j) Q : M02 (1j) R : M02 (2j) S : M02 (3j) T : M02 (4j)

APPENDICE C

Tableau C : Répartition spatiotemporelle des larves sur les variétés étudiées

	DATE	24/11	30/11	6/12	12/12	19/12	27/12	2/1	16/1	23/1	30/1	7/2	13/2	21/2	28/2	7/3	14/3	22/3	29/3	5/4	11/4	18/4	25/4	2/5	8/5	-
Zahra	s2	0,75	0,87	4,07	7,90	5,50	1,00	0,50	0,50	3,54	1,13	1,51	0,85	2,41	0,90	1,10	0,90	1,94	23,61	5,27	4,10	4,10	8,90	1,17	3,59	-
	s2/m	0,18	0,20	1,16	2,43	1,57	1,02	1,10	1,10	2,02	0,28	0,26	0,23	0,44	0,18	0,44	0,36	0,43	2,42	0,32	0,19	0,19	0,57	0,13	0,31	-
	(n-1)*s2/m	5,12	5,92	33,73	70,53	45,57	29,00	29,00	29,00	58,59	8,16	7,62	6,57	12,70	5,22	12,76	10,44	12,53	70,22	9,41	5,60	5,60	16,39	3,76	9,05	-
		Ns	Ns	Ns	HS	S	Ns	Ns	Ns	Ns	HS	Ns	HS	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns							
	DATE	8/12	15/12	23/12	29/12	5/1	12/1	19/1	26/1	3/2	10/2	17/2	23/2	2/3	10/3	17/3	23/3	30/3	6/3	14/4	20/4	26/4	3/5	10/5	17/5	24/5
Doucen	s2	1,73	2,52	0,30	4,04	2,04	0,07	1,42	1,90	1,50	5,22	1,36	1,38	1,25	1,86	1,86	0,99	1,19	1,30	1,65	2,03	2,34	12,80	2,11	2,11	1,97
	s2/m	0,27	0,78	0,06	0,95	0,31	0,02	0,63	0,59	1,50	1,23	0,39	0,17	0,16	0,20	0,20	0,11	0,15	0,26	0,25	0,21	0,10	0,51	0,14	0,14	0,11
	(n-1)*s2/m	7,72	22,48	1,74	27,60	9,09	0,59	18,26	16,99	43,50	35,62	11,24	4,98	4,68	5,83	5,83	8,11	4,30	7,54	7,38	6,19	2,77	14,70	3,95	3,95	3,18
		Ns	S	Ns																						
KARTIER	s2	-	-	1,00	2,25	2,83	0,25	0,50	4,10	1,50	4,10	1,50	1,50	4,41	3,55	1,64	1,56	9,05	1,56	1,84	1,27	2,56	-	-	-	-
	s2/m	-	-	1,00	1,13	1,89	0,09	0,17	1,64	1,50	1,64	1,50	3,00	0,66	0,33	0,11	0,17	0,82	0,17	0,10	0,04	0,16	-	-	-	-
	(n-1)*s2/m	-	-	29,00	32,63	54,78	2,64	4,83	47,56	44,50	47,56	44,30	87,00	19,07	9,58	-	3,22	5,01	23,85	5,01	2,81	1,22	4,64	-	-	-
		-	-	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	S	S	S	S	HS	Ns	Ns	-	Ns	-	-	-						
PIETRO	s2	-	-	-	-	2,25	1,35	0,50	-	0,50	0,90	0,75	0,75	2,25	-	1,13	1,25	1,64	1,50	1,25	5,26	3,64	4,21	4,21	5,55	
	s2/m	-	-	-	-	3,00	1,08	0,50	-	0,50	0,36	3,00	3,00	-	3,00	-	0,35	0,63	0,73	3,00	0,63	0,62	0,47	0,60	0,60	0,53
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	87,00	31,32	14,50	-	14,50	10,44	87,00	87,00	-	87,00	-	10,12	18,13	21,12	87,00	18,13	17,96	13,61	17,46	17,46	15,32
		-	-	-	-	HS	Ns	Ns	-	Ns	Ns	HS	HS	-	HS	Ns										
CLX	s2	-	-	-	-	1,50	1,35	1,50	-	0,75	0,11	1,50	0,53	-	0,75	-	0,85	2,58	1,22	0,75	2,17	0,02	4,08	4,46	8,91	4,46
	s2/m	-	-	-	-	1,50	1,08	1,00	-	3,00	0,06	3,00	0,23	-	3,00	-	0,23	0,69	0,29	0,38	0,72	0,00	0,49	0,43	0,43	0,40
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	43,50	31,32	29,00	-	87,00	1,78	87,00	6,80	-	87,00	-	6,57	19,98	8,33	10,88	20,94	0,05	14,35	12,61	12,61	11,50
		-	-	-	-	S	Ns	Ns	-	HS	Ns	HS	Ns	-	HS	Ns										

Ns : Non significative

HS: Hautement significative

S: Significative

APPENDICE D

Tableau D : Répartition spatiotemporelle des larves de *tuta absoluta* dans les différents niveaux foliaires

		24/11	30/11	6/12	12/12	19/12	27/12	2/1	16/1	23/1	30/1	7/2	13/2	21/2	28/2	7/3	14/3	22/3	29/3	5/4	11/4	18/4	25/4	2/5	8/5	
A	s2	0,8	1,0	4,7	7,2	5,0	1,0	0,5	0,5	-	0,5	3,5	1,0	3,1	0,5	0,5	1,0	1,4	9,1	2,5	4,1	3,1	4,6	1,7	1,7	
	N1	s2/m	0,2	0,3	1,4	2,4	1,8	1,1	1,04	1,01	-	0,5	2,0	0,8	0,8	0,2	1,0	0,8	1,1	2,1	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3
		(n-1)*s2/m	5,1	7,6	41,7	69,3	52,5	29,0	29,0	29,0	-	14,5	58,6	22,0	22,7	6,8	29,0	22,0	31,3	62,1	7,4	11,4	9,4	15,6	11,5	7,9
			Ns	Ns	NS	HS	HS	Ns	Ns	Ns	-	Ns	HS	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns							
		s2	-	0,5	0,8	0,8	0,9	-	-	-	2,8	2,5	1,3	0,2	0,6	0,5	0,2	0,9	1,1	5,3	2,6	0,8	1,1	3,4	1,0	1,0
	N2	s2/m	-	1,0	3,0	3,0	1,2	-	-	-	1,9	0,7	0,4	0,1	0,4	0,5	0,1	1,2	0,4	3,0	0,6	0,1	0,1	0,8	0,6	0,3
		(n-1)*s2/m	-	29,0	87,0	87,0	35,4	-	-	-	54,8	20,7	12,9	3,5	12,8	14,5	3,5	35,4	12,8	87,0	18,0	3,3	3,9	24,5	16,0	7,6
			-	Ns	HS	HS	Ns	-	-	-	S	Ns														
		s2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	1,0	0,6	0,8	0,4	2,3	1,5	0,9	2,2	1,5	1,4	1,4	1,3	0,8	1,5
	N3	s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	3,0	1,0	0,4	3,0	0,2	3,0	3,0	1,2	1,7	0,8	0,3	0,3	0,6	3,0	1,2
		(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	87,0	87,0	29,0	12,8	87,0	6,5	87,0	87,0	35,4	49,9	21,8	10,0	10,0	18,1	87,0	29,0
			-	-	-	-	-	-	-	-	HS	HS	Ns	Ns	Ns	Ns	HS	HS	Ns	S	Ns	Ns	Ns	Ns	HS	Ns

A : variété Zahra

Ns : non significative

HS : Hautement significative

S : Significative

APPENDICE D1

Tableau D : Répartition spatiotemporelle des larves de *tuta absoluta* dans les différents niveaux foliaires

		8/12	15/12	23/12	29/12	5/1	12/1	19/1	26/1	3/2	10/2	17/2	23/2	2/3	10/3	17/3	23/3	30/3	6/4	14/4	20/4	26/4	3/5	10/5	17/5	24/5	
B	s2	1,7	2,5	0,3	4,0	2,0	0,1	1,4	1,9	0,5	4,4	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4	0,8	0,5	0,8	0,3	0,8	1,8	5,8	1,7	0,3	0,4	
	N1 s2/m	0,3	0,8	0,1	1,0	0,3	0,0	0,6	0,6	1,0	1,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,0	0,1	
	(n-1)*s2/m	7,7	22,5	1,7	27,6	9,1	0,6	18,3	17,0	29,0	36,1	10,4	11,5	5,3	2,3	2,3	8,1	4,6	9,7	3,5	4,1	3,3	14,9	6,1	1,3	1,5	
		Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
	s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0,9	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,7	0,8	0,8	1,5	1,5	0,8	3,3	2,4	1,0	0,0
	N2 s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	1,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,1	0,4	0,6	0,3	0,0
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87,0	35,4	14,5	3,0	5,8	3,2	3,2	6,0	10,9	8,7	10,9	10,9	3,0	11,3	16,4	9,7	0,2
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	Ns															
	s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	3,8	3,8	1,5	1,2	0,5	-	0,5	0,5	4,0	1,6	1,0	0,6	
	N3 s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8	3,0	3,0	0,5	0,4	1,0	-	0,2	0,5	0,7	0,5	0,3	0,2	
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,0	22,0	87,0	87,0	14,5	12,2	29,0	-	4,8	14,5	21,3	14,2	7,6	5,3	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	-	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns							
C	s2	-	-	1,0	2,3	2,8	0,3	0,5	4,1	1,5	4,1	1,5	1,5	3,3	5,1	-	0,8	0,9	1,4	0,9	1,4	0,7	1,5	-	-	-	
	N1 s2/m	-	-	1,0	1,1	1,9	0,1	0,2	1,6	1,5	1,6	1,5	3,0	0,7	1,1	-	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	-	-	-	
	(n-1)*s2/m	-	-	29,0	32,6	54,8	2,6	4,8	47,6	43,5	47,6	25,5	87,0	19,1	31,1	-	7,4	6,3	11,2	6,3	5,2	1,8	3,8	-	-	-	
		-	-	Ns	Ns	S	Ns	Ns	S	S	S	S	Ns	Ns	Ns	-	Ns	-	-	-							
	s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,3	-	0,4	2,8	2,7	2,8	1,5	0,2	0,7	-	-	-	
	N2 s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,1	-	0,1	0,6	0,6	0,6	0,2	0,0	0,4	-	-	-	
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,0	1,6	-	1,6	17,0	17,5	17,0	4,6	0,6	11,2	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	Ns	-	Ns	-	-	-							
	s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,8	7,2	0,8	2,8	4,0	1,0	-	-	-	
	N3 s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	3,0	2,4	3,0	1,9	0,4	0,4	-	-	-	
	(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,5	87,0	69,3	87,0	54,8	12,9	10,3	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	-	-	-	

, B : variété Doucen. C : variété Kartier,

APPENDICE D2

Tableau D : Répartition spatiotemporelle des larves de *tuta absoluta* dans les différents niveaux foliaires

		5/1	12/1	19/1	3/2	10/2	17/2	23/2	2/3	10/3	23/3	30/3	6/4	14/4	20/4	26/4	3/5	10/5	17/5	24/5	
D	s2	2,3	1,4	0,5	0,5	0,9	0,8	0,8	-	-	0,5	0,5	1,0	-	0,5	2,8	1,5	1,5	3,0	5,7	
	N1	s2/m	3,0	1,1	0,5	0,5	0,4	3,0	3,0	-	-	1,0	1,0	0,8	-	1,0	1,9	3,0	3,0	3,0	2,3
		(n-1)*s2/m	87,0	31,3	14,5	14,5	10,4	87,0	87,0	-	-	29,0	29,0	22,0	-	29,0	54,8	87,0	87,0	87,0	66,1
				Ns	Ns	Ns	Ns	HS	HS	-	-	Ns	Ns	Ns	-	Ns	HS	HS	HS	HS	HS
		s2	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	1,0	-	1,5	-	2,3	1,5	0,8	0,5	1,4	2,2
	N2	s2/m	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	0,8	-	3,0	-	3,0	1,0	0,4	0,3	0,6	0,7
		(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	87,0	-	-	22,0	-	87,0	-	87,0	29,0	10,9	9,7	18,3	20,9
			-	-	-	-	-	-	HS	-	-	Ns	-	HS	-	HS	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
		s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	1,5	-	0,8	4,5	5,3	3,8	-	-
	N3	s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	1,2	3,0	-	3,0	3,0	3,0	3,0	-	-
		(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87,0	35,4	87,0	-	87,0	87,0	87,0	87,0	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	-	-	HS	HS	HS	HS	-	-
E	s2	1,5	1,5	2,2	0,8	0,6	0,9	1,5	-	0,8	0,8	3,0	0,8	1,5	0,9	1,3	4,4	3,7	3,7	3,7	
	N1	s2/m	1,5	1,5	1,7	3,0	0,4	1,2	3,0	-	3,0	3,0	3,0	3,0	1,2	0,3	0,9	0,5	0,5	0,5	
		(n-1)*s2/m	43,5	43,5	49,9	87,0	12,8	35,4	87,0	-	87,0	87,0	87,0	87,0	35,4	9,1	25,5	15,4	15,4	15,4	
			S	S	S	HS	Ns	Ns	HS	-	HS	HS	HS	HS	HS	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns
		s2	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,8	1,0	0,5	0,8	1,0	1,0	1,4	0,6	1,3	1,8	0,4
	N2	s2/m	-	-	-	-	-	-	0,1	-	3,0	0,4	0,2	0,3	0,8	0,8	0,2	0,2	0,7	0,6	0,1
		(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	3,2	-	87,0	12,5	6,8	7,4	22,0	22,0	7,2	6,5	20,7	17,7	3,0
			-	-	-	-	-	-	-	-	HS	Ns									
		s2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,5	0,9	0,5	1,5	1,8	0,5	0,8	0,8	2,3
	N3	s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	1,0	1,2	1,0	1,5	1,2	1,0	0,6	3,0	3,0
		(n-1)*s2/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	29,0	35,4	29,0	43,5	35,4	29,0	16,1	87,0	87,0
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ns	Ns	Ns	Ns	S	Ns	Ns	Ns	HS	HS

D : variété Pietro, E : variété CLX(37284).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Germain JF, Lacordaire AI, Cocquempot C, Ramel JM, Oudard E, 2009** - Un nouveau ravageur de la tomate en France: *Tuta absoluta*. PHM-Revue Horticole 512:37–41
2. **GUENAOUI Y., 2008** - *Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation invasive de Tuta absoluta, mineuse de la tomate, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008*. PHYTOMA- La défense des végétaux, N°617 juillet - aout 2008, France, pp: 18-19.
3. **Cáceres, S. 1992** - La polilla del tomate en Corrientes. Biología y control. Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista, INTA, 19p.
4. **GONÇALVES-GERVÁSIO R., CIOCIOLA A. I, SANTA CECÍLIA L. V. C. & MALUF W. R., 1999** - Aspectos biológicos de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em dois genótipos de tomateiro contrastantes quanto ao teor de 2-tridecanona nos folíolos. *Ciênc. Agrotec.*, 23: 247-251.
5. **Anonyme 1994**: Control integrado de la palomilla del tomate *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917). Caacupé, Paraguay, Instituto Agronómico Nacional & Agencia de Cooperación Internacional de Japon (JICA), 173p.
6. **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 tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *J. Pest. Sci.*, 83 :197-215.
7. **Monserrat A., 2009** - "La polilla del tomate, *Tuta absoluta*, en la Región de Murcia: bases para su control".
8. **Trottin Caudal Y. Chabrière C. & Terrentroy A. 2010** - *Tuta absoluta*, Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. *Journée Portes ouvertes, Carquefou, 23 septembre 2010*.
9. **Barrientos Z.R., Abaplaza H.J., Norero S.A. et Estay P.P., 1998** - Temperatura base y constante termica de desarrollo de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Ciencia Investigacion agraria*, 25 :133-137.
10. **Adilson D.C.A., 2006** - Analysis of the resistance tomato to *Tuta absoluta* and of the genetic inheritance in access of the vegetable germoplasme bank of UFV. Thèse Magister, Univ. Federale, Viçosa , 51p.
11. **Bacci L., 2006** - Factors determining the attack of *Tuta absoluta* on tomato. Thèse Doctorat, Univ. Federale ; Viçosa, 11p.

12. **Bogorni P.C., Da Silva A.R. et Carvalho G.S., 2003** - Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971) (Lepidoptera, Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. Ciencia rural, Santa Maria, 33 (1) : 7-11.
13. **Filho M.M., Vilella E.F., Jham G.N., Attygalle A., Svatos A. et Meinwald J., 2000** - Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta*
14. **Imenes S.D.L., Fernandes M.A.U., campos T.B. et Takematsu A.P., 1990** - Aspectos biológicos e compartamentais de traça de tomateiro *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). Arquivos Instituto Biológico, 57 (1-2) : 63-68.
15. **Leite G.L.D., 1997** - Efeito da idade, parte do dossel e níveis de adubação NK na resistência de *Lycopersicum hirsutum* f. *glabratum* a *Tuta absoluta*. Tese Master, Univ. Federal de Viçosa, 40p.
16. **Leite G.L.D., Picanço M., Jham G.N. et Marquini F., 2004** - intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) and *Lyriomyza* spp. (Diptera, Agromyzidae) attacks on *Lycopersicum esculentum* Mill. leaves. Ciênc. Agrotec., Lavras, 28, (1) : 42-48.
17. **Miranda M., Picanço M., Zanuncio J.C. et Guedes R.N.C., 1998** - Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). Biocontrol. Sci. Techn., 8 : 597-606.
18. **Preyra P.C. et Sanchez N., 2006** - Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). Neotropical Entomology, 34 (5) : 671-676.
19. **Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia M.F. et Porcuna J.L., 2007**- La polilla del tomate *Tuta absoluta*. Phytoma, 194 : 16-23.
20. **Arno J., Sorribas R., Prat M., Montse M., Pozo C., Rodriguez D., Garetta A., Gomez A. et Gabarra R., 2009** - *Tuta absoluta*, a new pest in IPM tomatoes in the northeast of Spain. IOBC/WPRS Bull., 49 :203-208.
21. **Kilic T., 2010** - First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica. 38 (3) : 243-244
22. **Lebdi-Grissa K., Skander M., Mhafidhi R. et Belhadj R., 2010** - Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae). VII eme conférence Intern. Franc. Entomol., Louvain- La Neuve, 5-10 juillet 2010.
23. **Vercher R., Calabuig A. et Felipe C., 2010** - Ecología, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). Phytoma espana, 217 : 23-26.

24. **Badaoui M.I. et Berkani A., 2010** - Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick et *Phtorimea perculella* Zeller. VII eme conférence Intern. Franc. Entomol., Louvain- La Neuve, 5-10 juillet 2010.
25. **Mahi F.Z., 2010**- Contribution a l'étude de l'écologie de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* dans la region de mostaganem. *these ing blida* .104p.
26. **Mahi et Haroun M.E.F. 2010**- Contribution a l'étude de l'écologie de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* dans la region de mostaganem. Biotech.prod.veg., juin 2011, Univ-Blida, Algérie,
27. **Lourdi A., 2009**- Contribution à l'étude écobioologique de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera, Gelechiidae*) sur une culture de tomate sous abris serre de la ferme pilote El-Affroun, *Thèse Ing. Agro., blida , 73p*
28. **Yasef K. & Bouzidi L., 2010** - Approche d'une étude de lutte intégrée contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) sur une culture de tomate sous abri serre de la ferme pilote El Affroun. Thèse d'ing., d'Etat en agronomie, Univ.Blida, 105p.
29. **Guendouz-Benrima A., Dridi B., Kheladi O. & Oudoud A., 2009** – Pullulation de la mineuse de la tomate sur les cultures maraichères de la côte algéroise. Proceedings du Colloque International sur la Gestion des Risques Phytosanitaires, vol.1, 9-11 novembre 2009, Marrakech, 95-103
30. **Aroun M.E.F. & Lourdi Y., 2011**- Contribution à l'étude écobioologique de *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera, Gelechiidae) sur une culture de tomate sous abri serre de la ferme pilote El Affroun (Mitidja centre, Algérie). Agrobiologia, numéro special, Ed. Lab. Biotech.prod.veg., juin 2011, Univ-Blida, Algérie, 55-67.
31. **Bellatreche M. et Allal-Benfekih L., 2011**- bioecologie de *tuta absoluta* sur 5 variete de tomate , seminaire international zoologie , IINA El Harache .
32. **Allal-Benfekih L., Bellatreche M., Bounaceur F. et Tail G., 2011**- Analyse de l'infestation de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) en fonction de l'évolution de la phénologie des plants de tomate sous serre. 1er Colloque National sur la santé végétale et Environnement, 3-4 mai 2011, Mascara.
33. **Oudoud A., 2009**- Etude du Taux d'infestation, de la dynamique des populations et du complexe parasitaire de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera, Gelichiidae*) dans la région du littoral ouest algérois, *Thèse Ing. Agro., blida , 73p*
34. **Khalladi, 2009** - Etude bioécologique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) (*Lepidoptera- Gelechiidae*) dans le littoral algérois
35. **Messaoudi, Z. 2009**, *Tuta absoluta. these ing blida. 73P*

36. **Zaid, 2010**, inventaire des ennemies naturelle de *Tuta absoluta* et essai de son parasite sur deux variétés de tomate dans la région de Staouli et Cheraga. *these ing blida*. 113P
37. **Belhadj S.2010** - Contribution au suivi de la dynamique de population de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) dans une culture de la tomate hors sol et la lutte intégrée contre ce ravageur *Thèse Ing. Agro., boumerdes , 73p*
38. **Mahdi K., Daoudi-Hacini S., Saharaoui S., Ababsia A., Aouamer F., Imaghazen F. et Doumandji S., 2010** - Détermination du zéro de développement de la mineuse de la tomate (Meyrick). Journées Nat. Zool. agri. Forest., 19-21 avril 2010, dép. zool. Agro. For., Inst. Nat. Agro., El Harrach, p 103.
39. **Mahdi K., 2011**- Quelques aspects de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et essai de lute dans l'Algérois. Thèse d'ing.agro., ENASA, El Harrach, 190p.
40. **FAO, 2007**- Données de la base statistique de l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
41. **DOMINIQUE G, BRIGITTE N. & MICHEL L , 2000** - Tomate pour un produit de qualité , *ouvrage chifle paris*, p17
42. **Briki N., 2008** - Essai d'obtention d'hybride F1 de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. Thèse d'ingénieur, Int. Nat. Agro., El Harrach.
43. **KOLEV., 1976** - Les cultures maraichères en Algérie : Légumes fruits. *Ed. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, T.2, 145p.*
44. **SHANKARA N. Van Lidt de Jude. J. de Goffau M. Hilmi M. & Van Damal. B, 2005** - La culture de la tomate production, transformation et commercialisation, *Ed. PROTA, p.105.*
45. **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.*
46. **LEFEBVRE D., 2004** - Approvisionnement en pollen et en nectar des colonies de bourdons *Bombus terrestris*. Ecologie comportementale et modélisation. Implications pour la pollinisation des fleurs de tomate en serre. *Thèse doc L'univ. De Rennes. 288p .*
47. **CHAUX C. et FOURY C., 1994** - Production légumière. *Ed. Technique et documentation, Lavoisier, T. 3, Paris, 563p.*
48. **AL-SAYEDA H. , 2007**- Transfert d'un insecticide systémique, l'imidaclopride, chez la tomate : implication du transport phloémien, *Thèse doc. INST. National Polytechnique Toulouse ,154P.*

49. **ATHERTONET JH , RUDICH J.,1986** – The tomato crop : a scientific basis for improvement. London, Chapman and Hall.661. IN **BENARD , 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.*
50. **ALBOURY A., 1995** - Le guide traité pratique de jardinage, 31^{ème} Edition. Ed. *Clause jardin, Brétigny smorg. 893p.*
51. **LAUMONNIER R., 1979** - Culture légumière et maraîchère, Tome II, Ed. *J.B Ballière, Paris, 276p.*
52. **SKIREDJ. A, 2006** - Fertilisation, guide pour améliorer la production des cultures, Ed. RABAT, pp .1- 9.
53. **RABINOWITCH HD, 1993** - Special problems of tomato production in hot climates with emphasis on fruit set, colour development and sunscald damage. International course on vegetable production, IAC, Wageningen.
54. **CHIBANE.A, 1999** - Tomate sous serre. Bulletin : transfert de technologie en agriculture, N°57, Ed : PNTTA, Rabat, pp : 18-22
55. **CHAUX C., 1972** - Production légumière, Ed. *J.B, Baillière, Paris, 414p.*
56. **ZUANG H., 1991**- Mémento nouvelles espèces légumières. Ed. *CTIFL. , Paris, 359 p.*
57. **ELATTIR, SKIREDJ, et ELFADL, 2002** - La culture de tomate sous abris. , PNTTA, RABAT, pp : 1- 4.
58. **PYRON J.-Y., 2006** - Références productions légumières, *Edition. Lavoisier (synthèse agricole), paris, 613p.*
59. **BLANCARD D., 1988** - Maladies de la tomate (observer, identifier, lutter), Ed. *INRA, Paris, 211p.*
60. **BOVEY R., 1979** - La défense des plantes cultivées. Ed. Payot. Lausanne, pp.783- 802.
61. **DOMINIQUE B., 1984** - Maladie et accidents culturaux de la tomate. Ed.*I.N.R.A., Paris, 230p.*
62. **FISCHER S., 2009** - La teigne de la tomate (*Tuta absoluta*), une nouvelle menace pour nos cultures sous abris ; Extrait de l'Information Cultures Maraîchères No. 13/2009, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW.4P
63. **POTTING R., 2009** - Pest risk analysis, *Tuta absoluta*, tomato leaf miner moth. Plant protection service of the Netherlands, 24 pp.
64. **OEPP/EPPO, 2005** - Data sheets on quarantine pests, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin N° 35, Paris, 434 – 435

65. **CABI (2007)** - Crop Protection Compendium. <http://www.cabicompendium.org>.
66. **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: 1-2
67. **COELHO M.C.F., FRANÇA F.H., 1987**- Biologia e quemotaxia da larva e descrição da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. *Pesqui Agropecu Bras* 22:129–135
68. **RAMEL J.M. OUDARD E., 2008** - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), éléments de reconnaissance, L.N.P.V., 2p.
69. **MARCANO, 2008**- Antifeedant and Repellent effects of Pongam (*Pongamia pinnata*) and wild sage (*Lantana camara*) on tea mosquito bug (*Helopeltis Theivora*). *Indian J. Agricultural Sci.*, 68(5): 274-276.
70. **TORRES, J.B., FARIA, C.A., EVANGELISTA, W.S. & PRATISSOLI (2001)** - Within-plant distribution of the leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. *International Journal of Pest Management* 47:173-178.
71. **FERNANDEZ S., MONTAGNE A., 1990**- Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bol Entomol Venez* 5:89–99
72. **CIP, 1996** - *Major Potato Diseases, Insects, and Nematodes*, 3rd edn. Centro Internacional de la Papa, Lima (PE).
73. **GALARZA J. , 1984** - Laboratory assessment of some solanaceous plants as possible food plants of the tomato moth *Scrobipalpula absoluta*. *IDIA Nos* 421/424, 30–32.
74. **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).
75. **MALLEA AR., MACOLA GS., GARCIA S.J.G. , BAHAMONDES L.A. & SUAREZ J.H. , 1972** - *Nicotiana tabacum* var. *virginica*, a new host of *Scrobipalpula absoluta*. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo* 18, 13–15 .
76. **Clarke J.F., 1962** - New species of microlepidoptera from Japan. *Entomol News* 73:102.
77. **COLOMO, M.V., D.C. BERTA & M.J. CHOCOBAR. 2002** - El complejo de himenópteros parasitoides que atacan a la "polilla del tomate" *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina. *Acta Zool. Lilloana* 46: 81-92.

78. **EPPO, 2008** - 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.
79. **GRAY L., COLLAVINO G., GILARDON E., HERNANDEZ C., OLSEN A., 1999** : Heredabilidad de la resistencia a la "polilla del tomate" (*Tuta absoluta* Meyrick) y su correlacion genetica con caracteres de calidad, en descendencias de cruza interespecificas del genero *Lycopersicon* ; Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol. 14 (3).
80. **INPV ,2008** - la mineuse de tomate, institue nationale de protection des vegetaux.
81. **FRANÇA, F. H. 1993**. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traça-do-tomateiro, *Hortic.Bras.* 11:176–178.
82. **SIQUEIRA, H.A.A., GUEDES, R.N.C., & PICANCO, M.C. (2000)** - Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology* 2: 147-153.
83. **FILHO M., M. & VILELA, E. F., 2000** - Traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae), pp. 81- 84 in **MARCHIORI, C. H., SILVA, C. G. and LOBO, A. P. ,2004** - Parasitoids of *tuta absoluta* (meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) collected on tomato plants in lavras, state of minas gerais, *Braz. J. Biol.*, 64(3A), P351 ,352,353.
84. **LUNA MG, WADA V 2006** - Ectoparasitoides (Hymenoptera: Eulophidae) de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): Abundancia estacional y biología en el laboratorio. 1ra Reunión Argentina de Parasitoides— Sección Ecología de poblaciones y comunidades Bariloche .
85. **MEDEIROS, M.A.DE, VILELA, N.J. & FRANCA, F.H. (2006)** - [Technical and economic efficiency of biological control of the South American tomato pinworm in protected environment.] *Horticultura Brasileira* 24: 180-184. (CAB abstracts).
86. **ANONYME 2010** - Mineuse de la Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick)
87. **BIGRE D et MARZIN S., 1970** - Les cultures maraichères sur le littoral Algérois. *These Ing. Agro , I.N.A., El Harrach, Algérie, 51p*
88. **TAMZAIT A., 1990** - Etude bioécologique des orthoptères dans la région de staoueli, *These Ing. Agro., I.N.E.S., Blida, Algérie, 89p .*
89. **ROUAG N., 1988** - Contribution à une étude comparative de l'état d'infestation des cultures sous abris et de plein champ par les meloidogynes (*Nematodae, Meloidogynae*) dans la région de Zéralda. *Thèse Ing. Agro., I.N.A., El Harrach, Algérie , 173p.*
90. **ANONYME., 1979** - Les cultures maraichères en Algérie. *Ed. Institut de développement des cultures maraichères, T.I, Staoueli, Algérie, 156p*

91. **ANONYME 2010a** - www.googleearth.com .
92. **MUTIN G., 1977** – La Mitidja décolonisation et espèces géographiques. *Ed. OPU, Alger, 607p*
93. **DAJOZ.R., 1998** – Les insectes et la forêt. Tec et Doc éd. 594 p.
94. **DAJOZ R., 1975** – Précis d'écologie, Paris, Gauthier-Villars, 549 p.
95. **BOUSDIRA M., 1971**- vers une implantation croissante de culture sous abris plastique, essai d'étude agrotechnique. *Thèse Ing. Agro., I.N.A., El Harrach (Alger), 62p. .*
96. **ITCMI-2010** : *Institut de développement des cultures maraichères, T.I, Staoueli, Algérie*
97. **ANONYME., 1998** – Changement climatique et ressources en eau dans les pays du Magreb, Algerie, Maroc, Tunisie, en jeux et perspective. Dept. Env. Rabat, Maroc, 55p.
98. **INRH, 2010**- institue national de recherche hydrolique Soumaa.
99. **GERARD G. ,1999** - Climatologie des environnements, cours et Exercices corrigés. Ed. Dunod, Paris, 482p
100. **SAUVAGE C., 1963**- Etages bioclimatiques. Comité National de géographie du Maroc. Atlas du Maroc, notices explicatives, section II: physique du globe et météorologie, Planche n° 6b, 31 pp.
101. **STEWART P., 1969** – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; Quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Afri. Du nord, pp. 24-24.*
102. **DAJOZ R., 1971** - Précis d'écologie, *Ed. Dunod, Paris, 434p.*
103. **FRONTIER S., 1983** – Stratégie d'échantillonnage en écologie. *Ed. Masson, Paris et Les Presses de l'Université de Laval, Québec, 494*
104. **ANONYME 2010b** - www.wikipédia.com.
105. **Brahim Aouinty B., Saadia Oufara S., Fouad Mellouki F., Mahari S., 2006** : Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen) ; *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, pp.67 – 71.

106. **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 *Radici-lycopersici* (Forl), Champignon Parasite des Cultures de Tomate. *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.39 No.2* , pp.279-28.
107. **Facon, B., Jarne, P., Pointier, J. P., and David, P. (2005)**. Hybridization and invasiveness in the freshwater snail *Melanoides tuberculata*: hybrid vigour is more important than increase in genetic variance. *Journal of Evolutionary Biology* 18, 524-535 .
108. **Perrings, C., Williamson, M., Barbier, E. B., Delfino, D., Dalmazzone, S., Shogren, J., Simmons, P., and Watkinson, A. (2002)** - Biological invasion risks and the public good: an economic perspective. *Conservation Ecology* 6.
109. **Simberloff, D. 2003**-How much information on population biology is need to managed introduced species? *Conservation Biology* 17: 83-92
110. **Blumenthal, D. M. (2006)**- Interactions between resource availability and enemy release in plant invasion. *Ecology Letters* 9, 887-895.
111. **Colautti, R. I., Ricciardi, A., Grigorovich, I. A., and MacIsaac, H. J. (2004)** - Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7, 721-733.
112. **Keane, R., and Crawley, M. (2002)** - Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology & Evolution* 17, 164-170.
113. **Liu, H., and Stiling, P. (2006)**- Testing the enemy release hypothesis: a review and meta-analysis. *Biological Invasions* 8, 1535-1545
114. **Williamson, M. (2006)** - Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. *Biological Invasions* 8, 1561-1568.
115. **Sforza R., 2008** - Espèces invasives en viticulture PHYTOMA • *La Défense des Végétaux*, N°619 Octobre 2008, pp : 24-29.).
116. **Anonyme, 2010c** - <http://www.ndp.org.eg/AIWatanyAIYoum> , 24 septembre 2010.
117. **GOMMERS FJ, 1981**. Biochemical interactions between nematodes and plants and the irrelevance to control: a review. *Helminthological Abstracts (B)* 50 : 9–24
118. **SUINAGA F. A., PICAÑO M., 2, JHAM G.N., SÉRGIO E, BROMMONSCHENKEL H. ,1999**- Causas Químicas de Resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ,*An. Soc. Entomol. Brasil* 28(2): 313-321

119. **Leite, G.L.D., Picanc_o, M., Guedes, R.N.C., Zanuncio, J.C., 2001-** Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Sci. Hort.* 89, 103–113.,
120. **LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; GUEDES, R. N. C.; SKOWRONSKI, L.,1999a -** Effect of fertilization levels, age and canopy height of *Lycopersicon hirsutum* on the resistance to *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Ed.Dordrecht, v. 91, n. 2, p. 267-273
121. **OLIVEIRA, I. R., 1999-** Fatores que afetam a intensidade do ataque de *Liriomyza trifolii* (Burgess) ao repolho. Ed Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 43 f.
122. **Lacordaire A.I & Feuvrier E, 2010.-** Tomate, traquer *Tuta absoluta*. (Phytoma la défense des végétaux n°632, dossier moyens alternatifs, mars 2010, 40-44.
123. **FABRICIO D., 2008-** Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oil of (Tunisian) *Chrysanthemum trifurcatum* (Desf.) Batt. and Trab. flowerheads. *C.R.Chimie* 11: 324-330.
124. **Malais,M.H. & Ravensberg, W.J. (2002).** Kennen en herkennen; Levenswijzen van kasplagen en hun natuurlijke vijanden. Koppert, Berkel en Rodenrijs, 288 pp.
125. **MARGARID VIEIRA M., 2009-** Mineira do tomateiro. Uma nova ameaça a produção de tomate. V Seminário Internacional do tomate d'Industria, Mora, 23
126. **Razuri, V. & E. Vargas. 1975-** Biología e comportamiento de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) en tomatera. *Rev. Peruana Entomol.* 18: 84-89.
127. **Awmack, C.S. & S.R. Leather. 2002.** Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 47: 817-844
128. **Patricia C. Pereyra; Norma E. Sánchez, 2006-** Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) CEPAVE (Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores), *UNLP-CONICET 2 no. 584 (1900) La Plata, Argentina,*
129. **BRICE M., EMMANUEL R., NICOLAS U. et JOHAN Z., 2008-** Le neem, un insecticide biologique efficace. Projet tutoré du S2, université de Paul Sabatier, France, 15p.
130. **Marschner, H., 1995 -** Mineral nutrition of higher plants, 2^o ed .*Academic Press Inc.* London, Ltd, 889 p.

131. **Silva, C. C.; Jham, G. N.; Picanço, M. & Leite, G. L. D. 1998** - Comparison of leaf chemical composition and attack patterns of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in three tomato species. *Agronomia Lusitana*, Lisboa, v. 46, n. 2-4, p. 61-71.
132. **LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; DELLA L.; MOREIRA, M. D. 1999b**. Role of canopy height in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *Tuta absoluta* (Lep.; Gelechiidae). **Journal Applied of Entomology**, Berlin, v. 123, n. 8, p. 459-463,
133. **LEITE G.L.D et al-2003-** *Scientia Horticulturae* 89, pp :103–113
134. **Salazar, E.R. & J.E. Araya. 2001**. Respuesta de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), a insecticidas en Arica. *Agric. Téc.* 61: 429-435
135. **Moore, J.E. 1983**. Control of tomato leafminer (*Scrobipalpula absoluta*) in Bolivia. *Trop. Pest Manag.* 29: 231-238.
136. **Larraín, P. 1986**. Eficacia de insecticidas y frecuencia de aplicación basada en niveles poblacionales críticos de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick), en tomates. *Agric.Téc.* 46: 329-333.
137. **Siqueira, H.A.A., Guedes, R.N.C., & Picanco, M.C. (2000)**. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology* 2: 147-153.
138. **Siqueira, H.A. de, R.N. Guedes, D.B. Fragoso & L.C. Magalhães. 2001**. Abamectin resistance and synergism in brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Int. J. Pest Manag.* 47: 247- 251.
139. **Anonyme, 2010d- Atelier Tuta. Ed. Sumitomo Chemicals et Valent Biosciences, 9-10 mars 2010, Tunis, 7p.**
140. **Anonyme 2010-** Le piège à eau seul suffit il pour lutter contre la mineuse de la tomate ? bulletin d'informations phytosanitaires N° 20, **Catégorie : Dispositif de lutte contre la mineuse de la tomate : Le point de situation.ed. Inst.Nat.prot.veg., 28/04/2010, El harrach**
141. **Larew HG., Locke JC. (1990)-** Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* **25** (11), p. 1406–1407
142. **Gomez P., Cubillo D., Mora GA., Hilje L. (1997)-** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29, p. 17–25.
143. **Benavides M.P., and Caso O.H., 1992** . Occurrence of thiophenes in two wild species of *Tagetes*. *Phyton* 53, 65-68
144. **ISRA/CNRA, 1997** - Rapport d'activités de l'Unité ISRA-CNBA, Campagne 95-96, B, ambey, Sénégal , 95 p.

145. **Bouayad N.2010-** Effets de plantes a potentiel bioinsecticide sur *Plodia interpunctella*. Recherche de plantes a potentiel bioinsecticide et étude de leurs effets sur la physiologie de *Plodia interpunctella* (Lépidoptères: Pyralidés), Editions universitaires europeennes Kartoniert ,2010.
146. **Mamadou S.,1997-** effet de l'extrait aqueux des feuilles de neem (*azadrachta indica* a. juss) sur la population de thrips et le rendement du niebe (*vigna unguiculata*) ,raporte de stage au senigale 23/09-23/12-1997,40p
147. **Bernays E.A. & Chapman R.F., 1994** - Host-plant selection by phytophagous insects. Contemporary topics in entomology; 2, New York: Chapman & Hall, 1994.
148. **Regnault-Roger C. & Philogène B., 2008** - Past and Current Prospects for the Use of Botanicals and Plant Allelochemicals in Integrated Pest Management. *Pharmaceutical Biology*, Vol. 46, No. 1-2 , Pages 41-52.
149. **Lauro, L., Rolih, C. 1990** - Observation an research on an extract of *Inula viscosa*. *Bollettino Societa Italiana Biological Sperimentable* 66, 829-834..
150. **Benhammou N. & Atik Bekkara F., 2005** - Contribution à l'étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle d'*Inula viscosa*. www.inpy.edu.dz, publications, 4p.
151. **Ali-Shtayeh M.S., Yaghmour R.M.-R., Faidi Y.R., Salem K., Al-Nuri M.A. , 1998** - Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. *Journal of Ethnopharmacology* 60 265–271.
152. **Maoz M., Neeman I., 1998-** Antimicrobial effects of aqueous plants extracts on the fungi *Microsporium canis* and *Trichophyton rubrum* and three bacterial species. *Letters en Applied microbiology* 26 pp 61-63.
153. **Bssaibis F., Gmira N., Meziane M., 2009-** Activité antibactérienne de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.* Vol 3, N°1, p : 44-55.
154. **Abu Zarga, M.H., Hamed, E.M., Sabri, S.S, Voelter W. & Zeller K.P., 1998** - New sesquiterpenoids from the Jordanian medicinal plant *Inula viscosa*. *J. Nat. Prod.* 61:798- 800.
155. **Warlop F., 2006** - Limitation des populations des ravageurs de l'olivier par le recours à la lutte biologique par conservation. *Cahiers Agricultures* vol. 15, n° 5, septembre-octobre, 449-455.
156. **Fardeau J.C. & Jonis M., 2003** - Phytostimulants et éliciteurs pour végétaux : propriétés et garanties réglementaires – Séminaire sur les recherches en agriculture biologique INRA-ACTA Draveil, 20-21, nov 2003, 8p.

157. **Ahmed-Messaoud A., Allal-Benfekih L. & Oumedi H., 2011-** Approche de contrôle des insectes ravageurs du chou par l'utilisation d'une Urticacée *Urtica urens* L. en Mitidja. Recueil des résumés, Séminaire International sur la protection des plantes, avril 2011, ENASA, El Harrach, Alger.
158. **Bouchelta A., Boughdad A. & Blenzar A. 2005** - Effets biocides des alcaloïdes; des saponosides, et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptéra : Aleyrodidae). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 259.
159. **(Tail G. & Doumandji-Mitiche B., 2006** - Effet acridifuge des plantes *Melia azedarach*, *Nerium oleander* et *Inula viscosa* et de leurs extraits sur le comportement alimentaire du criquet pèlerin *Shistocerca gregaria*. Résumés de la VI^{ème} conférence internationale d'entomologie, 2-6 juillet 2006, p: 99.
160. **Mouhouche F. & Bezzaze G., 2007-** Activité biologique de quatre extraits végétaux sur le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775). Résumés de la 17^{ème} Conférence de l'association Africaine des Entomologistes, Dakar, nov 2007, Editeurs Bal A. B. & An Den Berg J.
161. **Sassella A., De Piazza D., Pedrolì M., Contia. & Rey Ch., 2008** - Comparaison de quatre variétés de sauge officinale au Tessin. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 40 (2): 101-104.
162. **Bisio A., 2010** - Phytotoxic clerodane diterpenes from *Salvia miniata* Fernald (Lamiaceae). *Phytochemistry* (2010) PMID 21130478
163. **Zarins I., Daugavietis M. & Halimona J., 2009** - Biological activity of plant extracts and their application as ecologically harmless biopesticide. Scientific works of the lithuanian institute of horticulture and lithuanian university of agriculture. *sodininkystė ir daržininkystė*, 28(3).
164. **Casida J.H., 1990** - Pesticide mode of action, evidence for implications of a finite number of biochemical targets. In: Casida J.E. (ed.). *Pesticides and alternatives. Innovative chemical and Biological Approaches to Pest Control*. Amsterdam: Elsevier, pp. 11-22.
165. **Weinzerl, R., 1998** - Botanical insecticides, soaps and oils. In: *Biological, Biotechnological control of insect pest*, Eds, J.E. Rechcigl & N.A. Rechcigl. Boca Raton, Florida, pp. 101-121.