

Contribution à l'étude écobiologique de *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera, Gelechiidae) sur une culture de tomate sous abris serre de la ferme pilote El-Affroun (Mitidja centre, Algérie).

Aroun M.E.F.1 et Lourdi Yamina1

1. Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires Université Saad Dahlab – Blida, Algérie. Email : mf_aroun@yahoo.fr

Résumé :

Tuta absoluta est un ravageur de la tomate connu sous le nom de la mineuse de la tomate, il est signalé en Algérie au printemps 2008.

L'objectif de notre travail consiste en une contribution à l'étude de quelques aspects écobiologiques de *Tuta absoluta*.

L'échantillonnage a été mené au niveau de la région d'El Affroun sur une culture de la tomate sous abris serre pour évaluer les risques d'attaque et d'infestation, la distribution des différents états biologiques du ravageur sur les folioles de trois étages foliaires.

Les résultats montrent qu'il existe un risque d'attaque élevé en fin de cycle végétal sur les deux variétés et une différence au niveau de la distribution des populations selon les étages foliaires.

Mots clés : *Tuta absoluta*, tomate, Doucen, Zahra, étages et faces foliaires, distribution des populations.

1. Introduction

Ce travail entre dans le cadre du programme d'action national établi par l'I.N.P.V. pour la connaissance de l'écobiologie et la mise en œuvre d'un plan de lutte contre un nouveau ravageur, la mineuse de la tomate, signalé pour la première fois en Algérie, dans la région de Mostaganem en 2008. Notre étude consiste à :

- définir le degré d'infestation d'une culture de tomate sous abris serre, dans une région sublittorale, la ferme pilote d'El Affroun, dans la Mitidja.

- définir les périodes de vol des mâles par l'utilisation des pièges à phéromone sexuelles.

- connaître les périodes d'accouplement, de ponte et le nombre de génération de l'insecte.

- connaître le degré d'infestation par étage foliaire, défini selon le nombre de bouquets floraux.

- définir le préférendum de ponte selon les faces foliaires.

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la parcelle et suivi cultural

Notre étude expérimentale s'est déroulée au niveau de la ferme pilote Sadouk, située à un kilomètre au Nord de la ville d'El Affroun, dans la région ouest de la plaine de la Mitidja, à une latitude de 36°28'45''N et 002°35'46''E.

Dans le cadre de la réalisation du plan de production agricole de la ferme pilote, 11 abris serres tunnels d'une superficie de 400 m² chacune destinées à la culture de deux variétés de tomate (Doucen, Zahra) ont été nettoyées des restes du précédent cultural par un labour superficiel (Octobre 2008), avant l'épandage (Novembre 2008) et l'enfouissement de la fumure de fond par un discage (Décembre 2008).

Le repiquage des plantules issues de la production de la pépinière de la ferme pilote a été réalisé le 06 Décembre 2008. La distance entre les plants est de 40 à 50 cm et entre les rangées de 1 m.

L'entretien de la culture a comporté les opérations suivantes :

- Le palissage des plants de tomate effectué au courant du mois de Janvier 2009.

- L'élimination des mauvaises herbes par un désherbage manuel.

- La taille pour l'élimination des bourgeons axillaires.

- la lutte contre les ennemis de la culture a nécessité des traitements phytosanitaires préventifs contre les insectes (Acetamiprid, chlorpyrifos-ethyl), les champignons (Methomyl) avant l'installation de la culture et curatifs contre les ravageurs (DDT, Acetamiprid, Methomyl) et les maladies cryptogamiques (Propinebe, Dichlofluanide) durant les différentes phases de la croissance de la tomate.

- La fertilisation minérale par la pulvérisation d'un fertilisant foliaire, le Protifer a été appliquée au courant du mois Mars.

- L'application par pulvérisation d'une hormone de croissance, le Sprafe a été effectuée durant le Mois de Février.

- L'irrigation des plants est réalisée par goutte à goutte.

2.2. Evaluation de l'importance de l'infestation

Le dénombrement des populations de la mineuse de la tomate sur plant a été réalisé du 05 Janvier 2009 au 18 Mai 2009 dans chacun des 11 abris serre tunnel.

- *Niveaux de risque d'infestations par les captures du piégeage des mâles par phéromone sexuelle :*

Le dénombrement des mâles par l'utilisation des pièges à phéromone de type Delta a été effectué du 11 Février 2009 au 18 Mai 2009.

L'objectif de ce dispositif de piégeage est de détecter la possible présence du ravageur et d'évaluer pour chaque variété le risque potentiel d'infestation moyen des 05 abris serre tunnel de la variété Doucen et des 06 abris serre tunnel de la variété Zahra.

Le nombre de piège à installer par serre de 400 m² a été établi selon la norme d'Anonyme (2009) : parcelle < 3500m² => 1 piège et parcelle > 3500m² => 2 pièges/ha. Les pièges sont installés au dessus de la culture. Le prélèvement des mâles capturés est effectué une fois par semaine. Les individus capturés sont comptabilisés et retirés pour éviter d'être recomptés au prochain relevé. La plaque engluée doit être remplacée dès qu'elle commence à perdre de l'adhérence.

Les capsules de phéromones doivent être remplacées au bout de 5 à 6 semaines

- *Niveaux d'infestation sur plant :*

Nous avons déterminé de façon aléatoire le nombre de plants infesté par les larves sur un échantillon de 200 plants de la variété Doucen, afin de déterminer les niveaux d'infestation larvaire calculés d'après la méthode proposée par Anonyme (2009).

- *Infestation des étages foliaires :*

Dans une serre de la variété Doucen, nous avons prélevé de façon aléatoire à partir de 30 plants, une foliole de chacun des trois étages foliaires, afin de déterminer le nombre d'œufs, de larves par stade, ainsi que le nombre moyen de mines. Les étages foliaires sont définis en trois niveaux : étage basal (niveau 1), étage moyen (niveau 2) et étage supérieur (niveau 3).

- *Pontes et larves par étage foliaire :*

Les effectifs par foliole en œufs, mines vides, mines occupées par les larves, ainsi que l'identification des stades larvaires sur chacun des 30 plants de la variété Doucen, a été réalisé sur 2 à 3 folioles selon le nombre d'étage foliaire variant entre 2 et 3.

- *Pontes par face foliaire et étage foliaire :*

Les effectifs en œufs sur chacun des 30 plants de la variété Doucen, pour chacune des deux faces foliaires (face inférieure et supérieure), a été réalisé sur 2 à 3 folioles selon le nombre d'étage foliaire variant entre 2 et 3.

2.3. Exploitation des résultats

- *Niveaux de risque d'infestations par les captures du piégeage des mâles par phéromone sexuelle :*

Le risque potentiel d'infestation moyen de la variété Doucen et de la variété Zahra est mis en évidence d'après les données des travaux reportées par Anonyme (2009) dans le tableau 1.

Niveaux de risque selon les captures	
Pas de risque d'attaque	0 captures par semaine
Risque faible d'attaque	Moins de 10 individus capturés dans le mois ou moins de 03 captures dans la semaine.
Risque modéré d'attaque	03 à 30 captures par semaine
Risque élevé d'attaque	Plus de 30 captures par semaine

Tableau 1: Niveaux de risque d'infestations par les captures du piégeage des mâles par phéromone sexuelle

- *Niveaux d'infestation sur plant :*

Les niveaux d'infestation larvaire d'un abri serre tunnel de la variété Doucen sont calculés d'après la méthode proposée par Anonyme (2009) reportée dans le tableau 2.

capturés par les pièges à phéromone sexuelle ont fait l'objet d'analyses statistiques. Pour cela nous avons fait appel à l'analyse en composantes principales (ACP).

Les corrélations existantes entre la distribution des pontes, des populations larvaires et des mâles capturés par les pièges à phéromone sexuelle sont mises en évidence par l'analyse en composantes principales (ACP).

Niveaux d'infestations	
Niveau 0	Aucun symptôme, aucune larve trouvée.
Niveau 1	5% des plants affectés (avec 1 larve en vie).
Niveau 2	5% à 25% des plants atteintes.
Niveau 3	25% à 50% des plants atteintes.
Niveau 4	Plus de 50% des plants atteintes, avec une larve vivante.
Niveau 5	Plus de 50% des plants atteintes, avec plus d'une larve vivante.

Tableau 2: Niveaux d'infestation larvaire sur plant

- *Exploitation statistique :*

Le coefficient de corrélation a été adopté pour mettre en évidence l'absence ou la présence de différence structurale des populations larvaires par étages foliaires et entre la distribution des pontes selon les étages foliaires et les faces foliaires. Les calculs du coefficient et la probabilité afférente en été déroulées par le logiciel PAST

Les données recueillies sur la structure des pontes, des populations larvaires et des mâles

Le principe de cette analyse est de représenter un phénomène multidimensionnel par un graphique à deux ou plusieurs dimensions. Ce test permet de résumer la plus grande variabilité des pontes, des populations larvaires et des mâles capturés par les pièges à phéromone sexuelle, quantifiées pour un nombre plus réduit de variables synthétiques appelées axes factoriels. Ces axes définissent le premier plan factoriel de l'ACP dans lequel sont projetés les différents statuts des populations étudiées.

Dans ces ACP, les pontes, les populations larvaires et les captures de mâles par les pièges à phéromone sexuelle projetées ont des coordonnées comprises entre -1 et +1 et appartiennent à un cercle des corrélations. L'interprétation de l'ACP se fait à partir de l'examen du cercle des corrélations et de la position des statuts comportementaux sur les axes factoriels.

L'hypothèse d'égalité des pontes, des populations larvaires et des captures de mâles par les pièges à phéromone sexuelle sont testés par le modèle de la distance euclidienne à un facteur contrôlé par le logiciel PAST - PAleontological Statistics, ver. 1.81 (Phillippeau, 1986).

3. Résultats

3.1. Niveaux de risque d'infestations par les captures du piégeage des mâles par phéromone sexuelle :

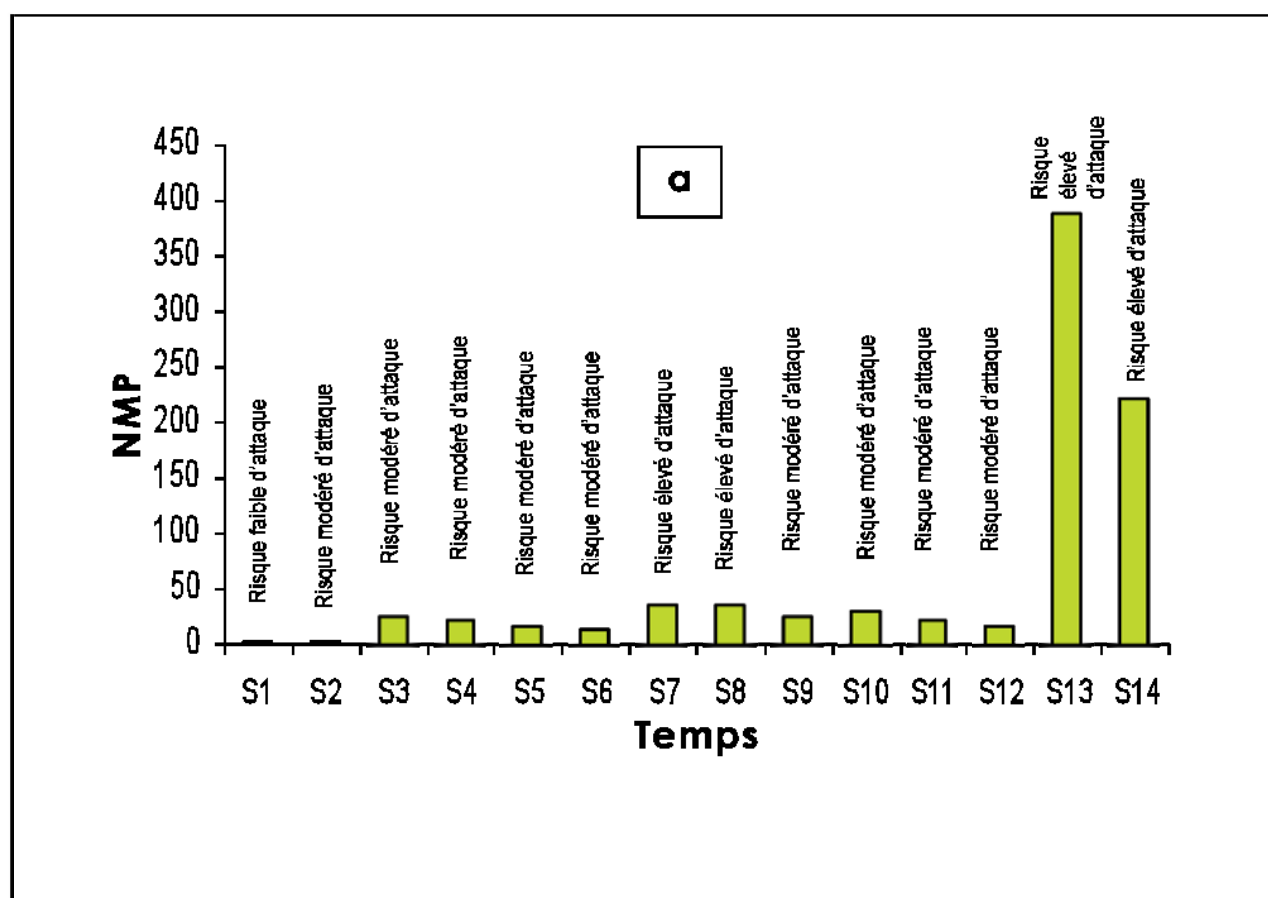
Les résultats de la figure 1a montrent que les risques élevés d'attaque de la variété Doucen se situent pendant la première semaine du mois

d'Avril, et beaucoup plus pendant la deuxième décennie du mois de Mai. Les autres périodes de la culture présentent des risques modérés, à l'exception de la deuxième semaine du mois de Février dont le risque d'attaque est faible.

Les résultats de la figure 1b montrent que les risques élevés d'attaque de la variété Zahra se situent pendant la première semaine du mois d'Avril, et beaucoup plus pendant la deuxième décennie du mois de Mai.

Les autres périodes de la culture présentent des risques modérés, à l'exception de la deuxième décennie du mois de Février et la deuxième semaine du mois de Mars dont

Les résultats comparatifs du niveau de risque d'infestation des deux variétés montrent qu'elles présentent les mêmes périodes de risque élevé d'attaque qui se situent pendant la deuxième décennie du mois de Mai et la première semaine du mois d'Avril.



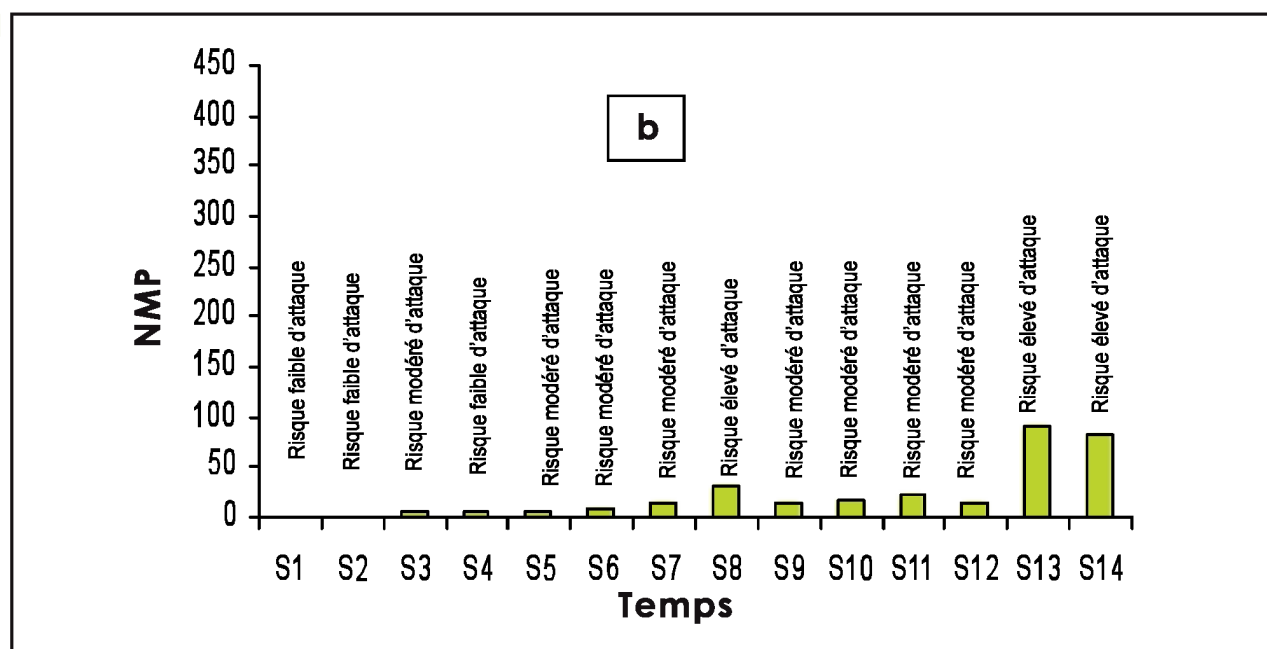


Figure1 : Niveaux de risque d'infestation des variétés Doucen (a) et Zahra (b)

(S1)11/02/2009,(S2)21/02/2009,(S3)03/03/2009,(S4)10/03/2009,(S5)17/03/2009,(S6)24/03/2009,(S7)01/04/2009,(S8)07/04/2009,(S9)15/04/2009,(S10)21/04/2009,(S11)27/04/2009,(S12)03/05/2009,(S13)10/05/2009,(S14)18/05/2009

3.2. Niveaux d'infestation larvaire sur la variété Doucen :

Les résultats des niveaux d'infestation larvaire de *T. absoluta* de la variété Doucen sont mis en évidence dans la figure 2.

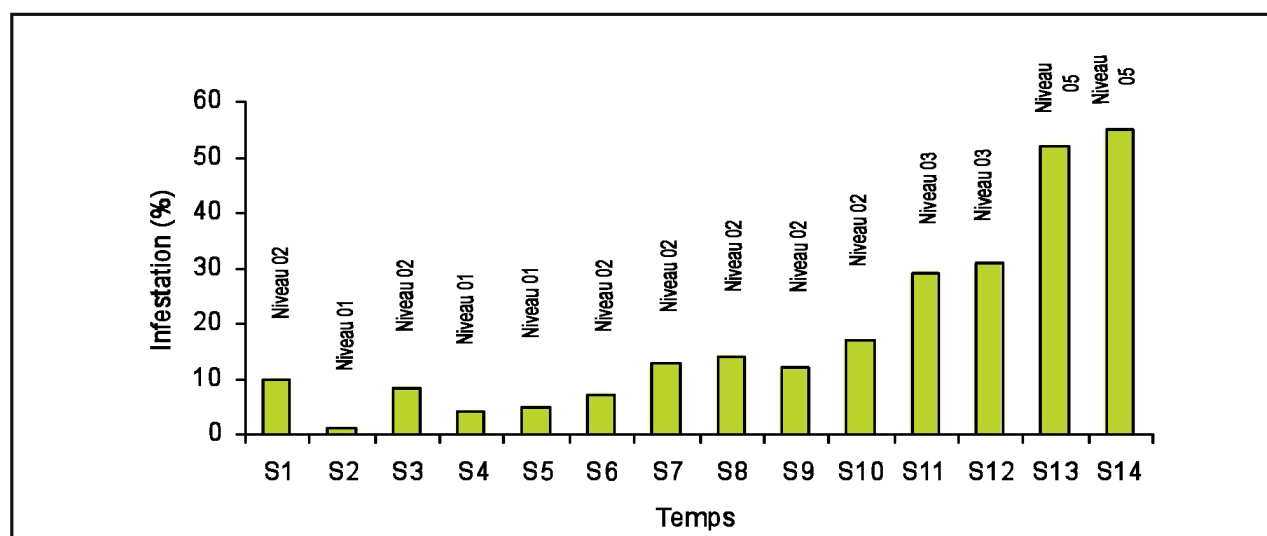


Figure 2 : Niveaux d'infestation larvaire sur la variété Doucen

(S1)11/02/2009,(S2)21/02/2009,(S3)03/03/2009,(S4)10/03/2009,(S5)17/03/2009,(S6)24/03/2009,(S7)01/04/2009,(S8)07/04/2009,(S9)15/04/2009,(S10)21/04/2009,(S11)27/04/2009,(S12)03/05/2009,(S13)10/05/2009,(S14)18/05/2009

Les résultats de la figure 2 montrent que les infestations des larves sur la variété Doucen sont comprises entre les niveaux 1 et 2 pendant les mois de Février, Mars et les trois premières semaines du mois d'Avril. Ils atteignent le niveau 3 aux semaines S11 et S12 et le niveau 5 pendant la deuxième décennie du mois de Mai, avec un taux d'infestation compris entre 52 et 55%.

3.3. Structure et distribution des mines, des larves par stade et des œufs selon les étages foliaires sur la variété Doucen

- Nombre de feuilles minées selon les étages foliaires :

Les résultats de corrélation des feuilles minées en fonction des étages foliaires sont reportés dans les figures 3 **a,b** et **c**.

Les résultats montrent l'existence d'une corrélation positive très hautement significative des feuilles minées entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 et celles des étages foliaires 2 et 3. Ces résultats démontrent l'existence d'une différence structurale de la distribution des mines au niveau des trois étages foliaires de la variété Doucen.

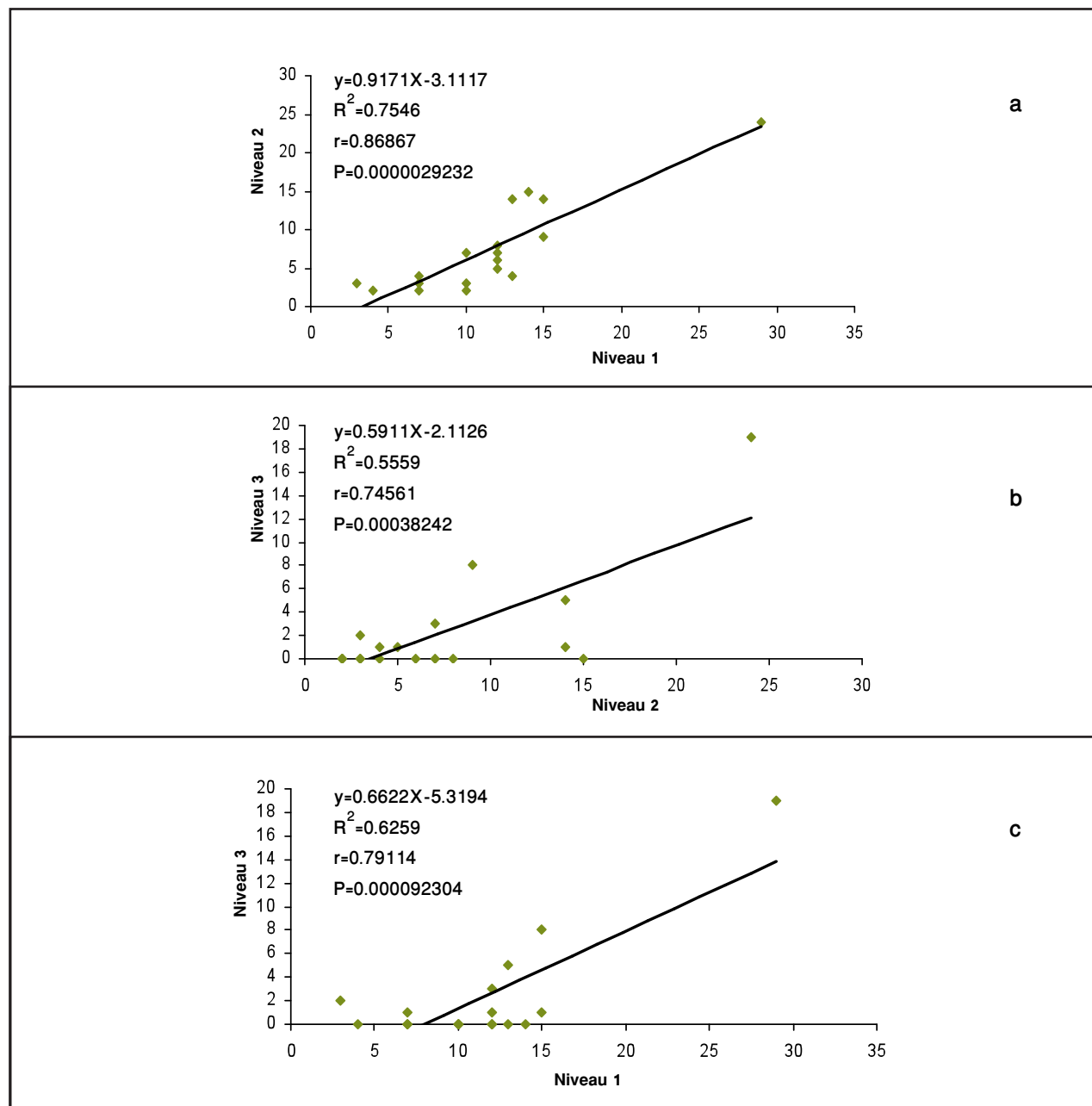


Figure 3 : Nombre de feuilles minées selon les étages foliaires de la variété Doucen

3.4. Nombre de mines par feuille selon les étages foliaires :

Les résultats de corrélation du nombre de mines par feuille en fonction des étages foliaires sont reportés les figures 4 **a**, **b** et **c**.

Les résultats l'existence d'une corrélation positive significative du nombre de mines par feuille entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3, ce qui n'est pas le cas entre les étages foliaires 2 et 3. Ces résultats démontrent l'existence d'une différence structurale de la distribution des mines au niveau des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 de la variété Doucen.

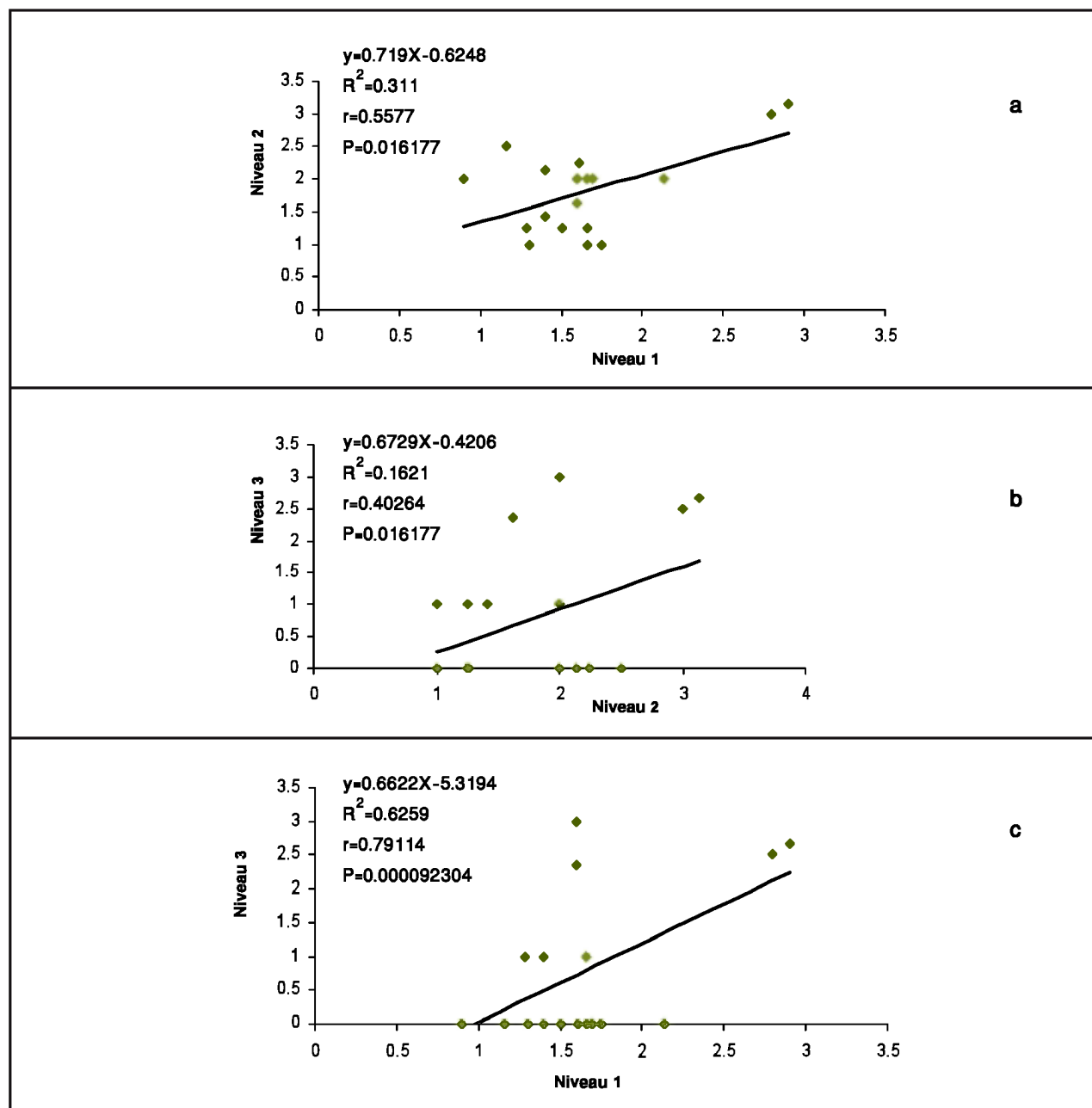


Figure 4 : Nombre de mines par feuille par les étages foliaires sur la variété Doucen

Les résultats l'existence d'une corrélation positive significative du nombre de mines par feuille entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3, ce qui n'est pas le cas entre les étages foliaires 2 et 3. Ces résultats démontrent l'existence d'une différence structurale de la distribution des mines au niveau des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 de la variété Doucen.

3.5. Structure et distribution des larves et des pontes selon les étages foliaires :

Les résultats de corrélation de la structure et de la distribution des larves et des pontes selon les étages foliaires sont reportés dans le tableau 3 et la figure 5

Les résultats du tableau 3 et de la figure 5 montrent l'absence de corrélation entre les stades larvaires et les pontes des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 avec des valeurs respectives ($r : 0,144$ et $P : 0,566$; $r : 0,133$ et $P : 0,597$), alors qu'il existe une corrélation positive et une différence hautement significative entre les stades larvaires et les pontes des étages foliaires 2 et 3.

N1 : niveau 1.

N2 : niveau 2.

N3 : niveau 3.

NS : Non significative,

* : Probabilité significative à 5%

	N1	N2	N3
N1		0.56669 NS	0.5973 NS
N2	0.14472		2.1372×10^{-5}
N3	0.13355	0.76547	

Tableau 3 : corrélation de la structure et de la distribution des larves par stade selon les étages foliaires

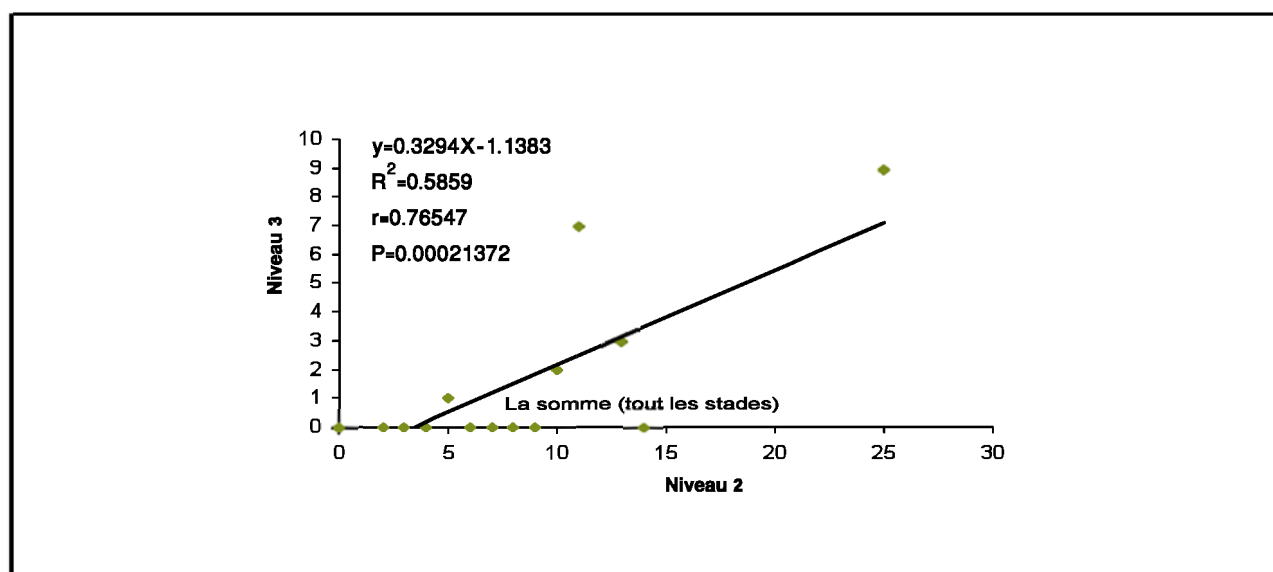


Figure 5 : corrélation de la structure et de la distribution des larves par stade selon les étages foliaires 1 et 3.

3.6. Structure et distribution des pontes selon les étages foliaires:

Les résultats de corrélation des pontes en fonction des étages foliaires sont reportés dans le tableau 4 et la figure 6.

Les résultats du tableau 4 et de la figure 6 montrent l'absence de corrélation de la distribution des pontes des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 avec des valeurs respectives ($r : 0,26257$ et

$P : 0,29252$; $r : -0,02965$ et $P : 0,90703$), alors qu'il existe une corrélation positive et une différence significative entre les pontes des étages foliaires 2 et 3.

N1 : niveau 1.

N2 : niveau 2.

N3 : niveau 3.

NS : Non significative,

* : Probabilité significative à 5%

	N1	N2	N3
N1		0.29252 NS	0.90703 NS
N2	0.26257		0.020937*
N3	-0.02965	0.53919	

Tableau 4 : corrélation de la structure et distribution des pontes selon les étages foliaires

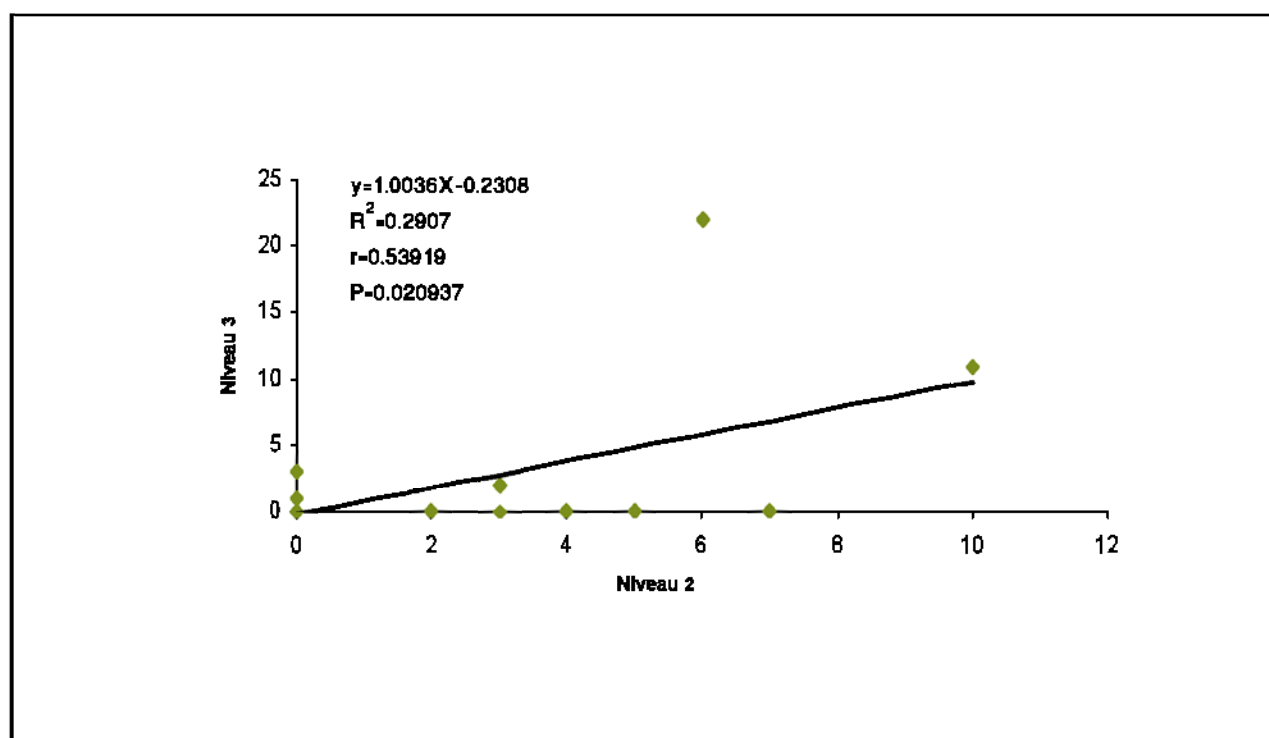


Figure 6 : corrélation des pontes entre l'étage foliaire 2 3.

3.7. Distribution des larves par stade selon les étages foliaires:

3.7.1. Larves de 1er stade:

Les résultats de corrélation de la distribution des quatre stades larvaires en fonction des étages foliaires reportés dans la figure 7 montrent qu'il existe une corrélation positive et une différence hautement significative entre les larves du premier stade (a) et du deuxième stade (b) des étages foliaires 2 et 3, entre des larves du troisième stade (c,d) des étages foliaires 1 et 3, 2, et 3 et entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 et entre les des larves du quatrième stade des étages foliaires 2 et 3.

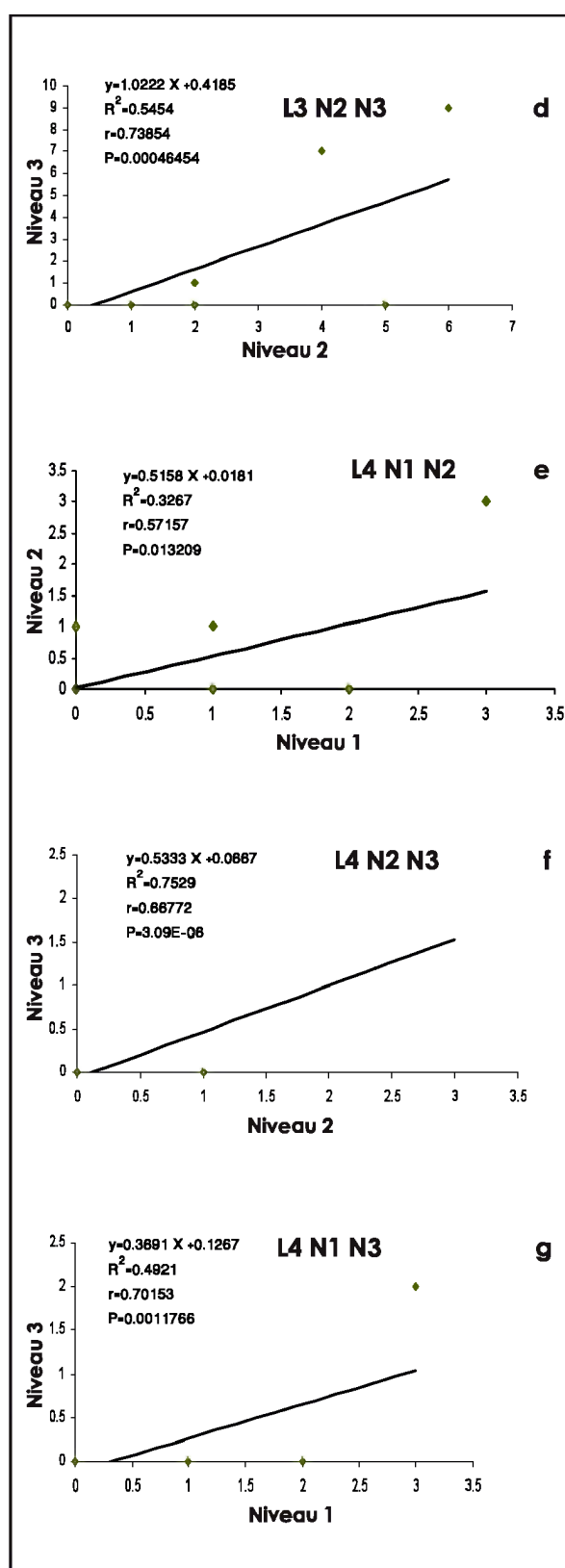
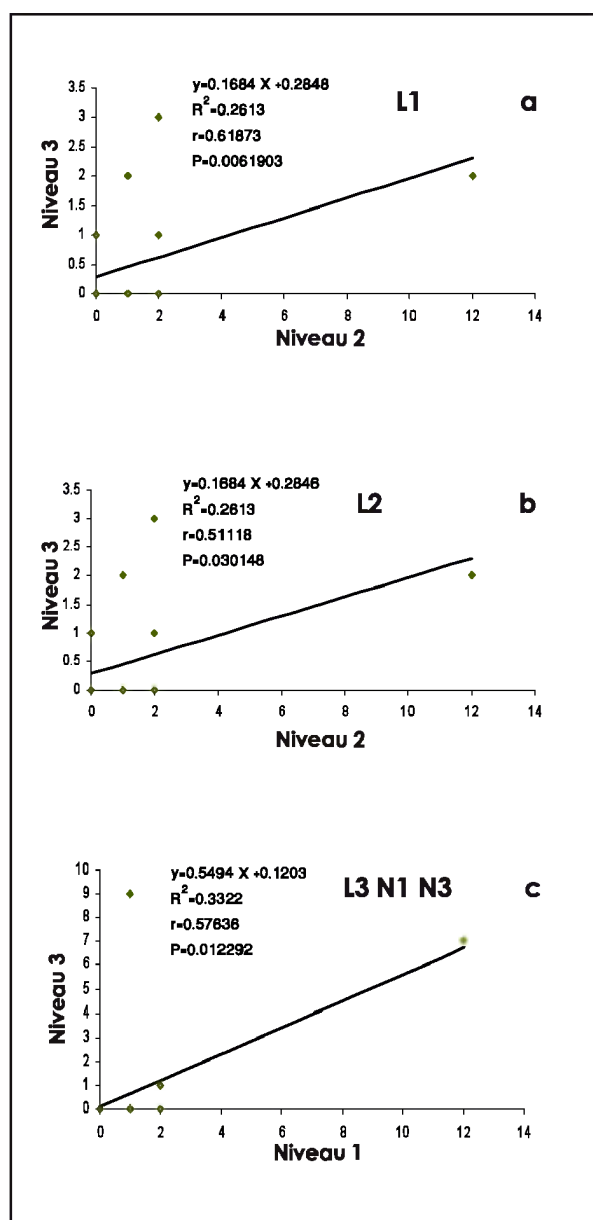


Figure 6 : Distribution des larves L1 (a), L2 (b), L3 (c, d) et L4 (e, f et g) par stade selon les trois étages foliaires

3.6. Distribution des pontes et des adultes mâles piégés:

Les résultats de corrélation des pontes en fonction des étages foliaires et des adultes mâles capturés par piège à phéromone sexuelle reportés dans la figure 15 suivante, montrent l'absence de corrélation entre les pontes et les adultes mâles capturés par piège à phéromone sexuelle.

3.7. Préférence de ponte selon les faces foliaires :

Les résultats de corrélation des pontes en fonction des faces foliaires reportés dans la figure 16, montrent la présence d'une différence hautement significative et d'une corrélation positive des pontes entre les faces foliaires supérieure et inférieure.

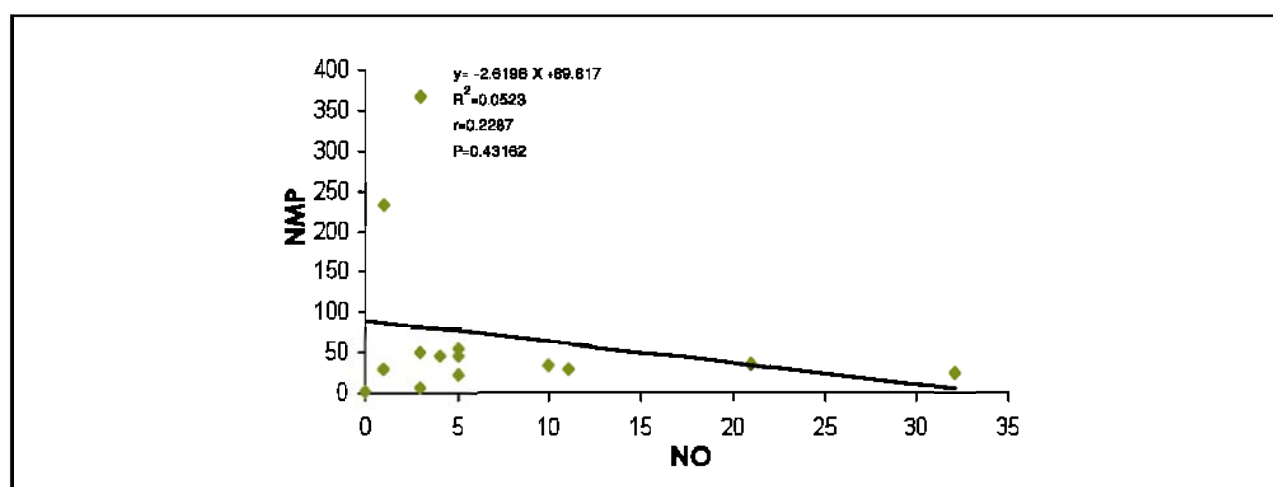


Fig.15 : corrélation des pontes et des adultes mâles capturés par piège à phéromone sexuelle.

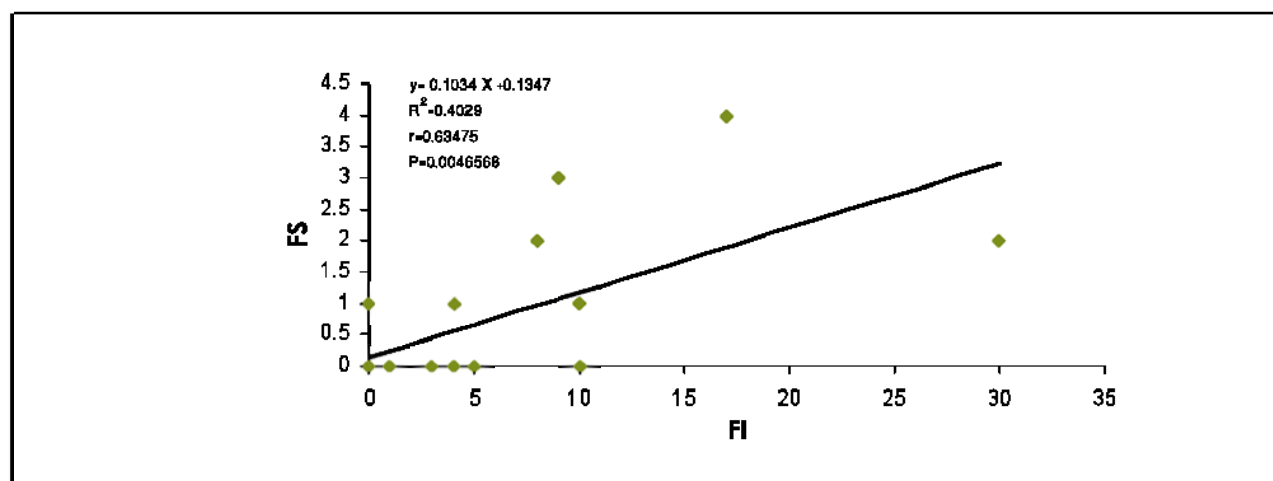


Fig.16: corrélation des pontes et des faces foliaires.

5. Relations temporelles des œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta* :

Dans l'analyse en composantes principales (A.C.P.) effectuée sur les relations temporelles des œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta* sur la variété Doucen (Fig.17 et 18), le plan 1, 2 est retenu car il rend compte d'un maximum d'information sur les corrélations existantes entre les dates de dénombrement et la présence des œufs, des larves et des mâles capturés. Il présente une forte contribution à l'identification des nuages avec des valeurs respectives de 49.183 % et 40. 571%. L'axe 1 est représenté par la catégorie des dates de dénombrements réalisés sur la variété Doucen pendant la période comprise entre les semaines S10 et S13, présentent les plus fortes contributions, corrélées positivement avec les œufs, les larves et les mâles capturés.

L'axe 2 est représenté par la période s'étalant de la première semaine à la neuvième semaine présentent les plus faibles contributions et ne présentent aucune corrélation avec les vecteurs.

a : corrélation par rapport à l'axe 1, b : corrélation par rapport à l'axe 2, NMP : nombre d'adultes mâles capturés par piège, NO : nombre d'œufs, L : les larves (tous les stades), S : sortie.

Les calculs de la distance euclidienne (Fig. 17) et sur la base d'une similarité de + 0,2, le cercle de corrélation (Fig. 18) montrent la présence de trois groupes hétérogènes de dénombrements.

Le premier groupe (groupe 01) comprend les effectifs en larves et mâles piégés pendant les semaines S12 et S13, correspondantes aux dates de dénombrements du 03 Mai et du 10 Mai 2009.

Le deuxième groupe (groupe 02) comprend les effectifs en œufs relevés pendant les semaines S4, S7, S10 et S11, correspondantes aux dates de dénombrements du 10 Mars, 01 Avril, 21 Avril et 27 Avril 2009.

Le troisième groupe (groupe 03) n'est pas corrélé avec les vecteurs œufs, larves et mâles piégés.

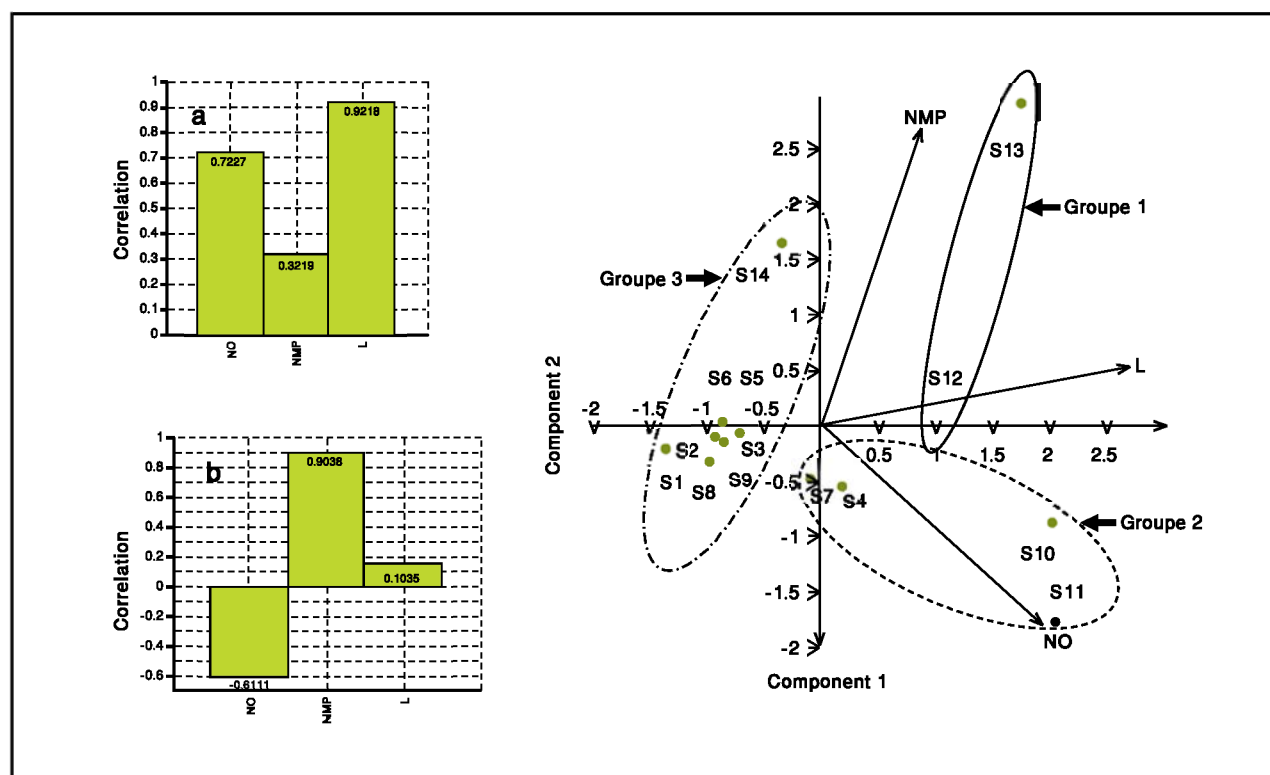


Fig.17. Analyse en composantes principales (ACP) des relations temporelles des œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta*

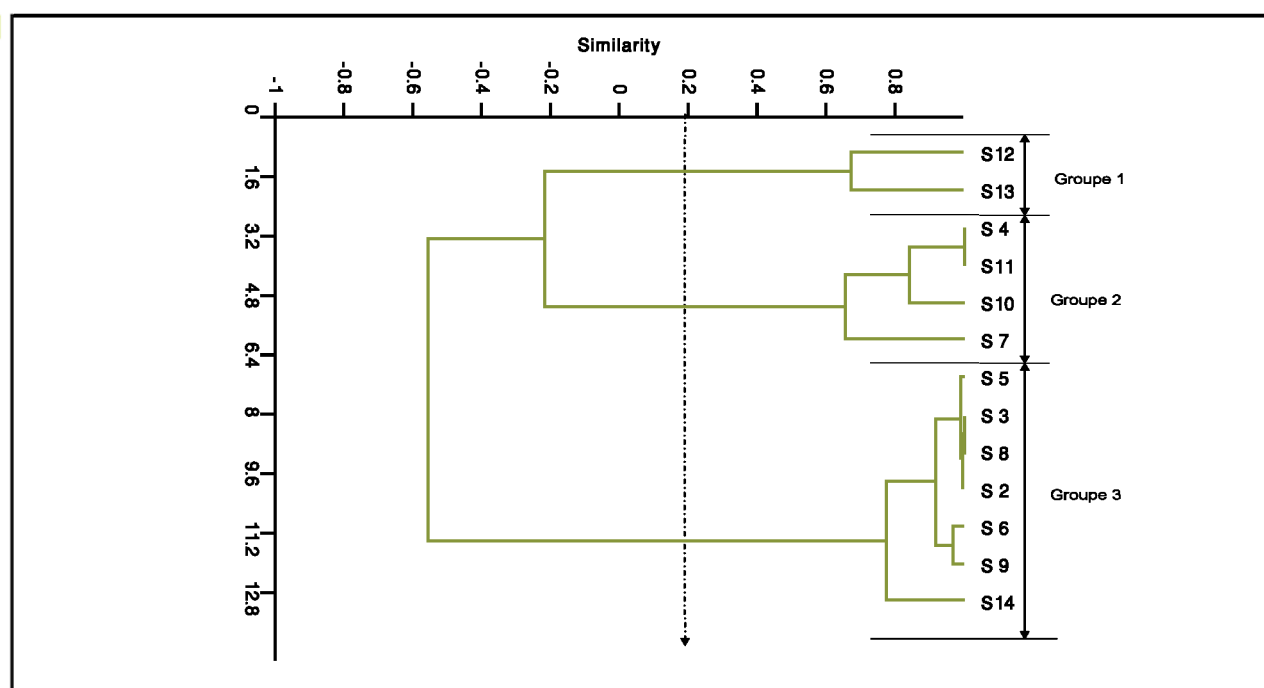


Fig.18: classification ascendante hiérarchique des relations temporelles des œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta*

4. Discussion

La mineuse de la tomate considéré comme l'un des principaux ravageurs de la tomate, peut générer des pertes pouvant aller jusqu'à 80 à 100% en Amérique du Sud (Anonyme, 2008). 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 (Biurrun, 2008). En Algérie, cette espèce a été signalée pour la première fois en 2008 sur culture de tomate dans la région de Mostaganem. C'est à partir de là, que de nombreux chercheurs Algériens en collaboration avec l'I.N.P.V. ont commencé à s'intéresser à l'étude écobioécologique de ce nouveau ravageur dans les régions littorale et sublittorale du pays.

Dans le cadre de la lutte préventive, il est très nécessaire de réaliser le suivi et le contrôle des premiers vols d'adultes par l'installation d'un dispositif de piégeage à phéromone sexuelle et contrôler les infestations sur plants afin de déterminer les risques potentiels d'attaque et les niveaux d'infestation des cultures de plein champs et sous abris serres.

Ces méthodes nous ont permis de mettre en évidence que les variétés Doucen et Zahra présentent les mêmes périodes de risque élevé d'attaque se situant pendant le mois de Mai, mais qui sont plus élevés sur la Doucen que sur la Zahra, malgré les différentes interventions culturales effectuées, représentées les opérations d'effeuillage permanentes et surtout les traitements insecticides par la pulvérisation de l'Acétameprid (n.c. : Mospilan), produit à effet polyvalent, mais non recommandé dans les traitements contre la mineuse de la tomate. Les applications sont réalisées en pépinière et pendant les différentes phases de la croissance de la plante, pendant lesquelles les risques potentiels d'attaque étaient modérés. Il est également reconnu que le risque potentiel d'infestation de la culture par les insectes dépend de son mode de conduite, du précédent cultural et du type d'amendement minéral. Ainsi, le risque élevé d'attaque observé pendant le mois de Mai ne peut être dû à l'apport d'engrais minéral (Protifer) par pulvérisation foliaire apporté vers la fin du mois de Mars et constitué par les éléments essentiels (N, P et K) et un complexe d'oligoéléments. Ainsi, les travaux effectués Marschner en 1995, reporté Leite et al, en 2003 montrent que l'azote (N) et le potassium (K) affectent le degré d'attaque des insectes, car un excès d'azote (N) et un déficit en potassium (K) provoquent chez la plante une accumulation en acides aminés qui entraîne une

du degré d'attaque des insectes. Mais, il a été vérifié par Leite et al, (2004) que ces deux éléments fertilisants n'ont aucun effet sur les infestations de la mineuse *T. absoluta*, alors qu'il existe un effet positif du potassium (K) sur les attaques par *Liriomyza* spp. Il aurait été intéressant et surtout rentable d'éliminer et de brûler les restes d'effeuillage et de réaliser des traitements insecticides préventifs pendant la phase de croissance de faible risque d'attaque noté au début du mois de Février. Ces interventions auraient pu diminuer le niveau d'infestation de la culture, réduire la fréquence des applications des pesticides et diminuer les coûts de production, puisqu'il est signalé que les infestations sont toujours plus importantes en fin de croissance qu'au début de la croissance (Leite et al, 2004).

L'étude des niveaux d'infestation larvaire sur les feuilles de la variété Doucen montre une variation des infestations entre les niveaux 01 et 02 entre le 11 Février et le 21 Avril 2009, pour atteindre les niveaux 03 et 05 respectivement à la fin du mois d'Avril et au début du mois de Mai, malgré les différentes interventions culturales par l'effeuillage permanent et la répétition des traitements phytosanitaires. Ces données vérifient bien les résultats des travaux réalisés en Corse (Anonyme, 2009), qui montrent que les niveaux d'infestations larvaires sont plus élevés vers la fin du cycle végétatif de la plante. En effet, pendant cette phase ces derniers peuvent atteindre des niveaux critiques qui nécessitent du point de vue phytosanitaire l'arrachage et le brûlis des plants infestés, ainsi que la désinfection du sol. Ces mesures permettent l'élimination de toutes les formes larvaires, nymphales et imaginale de conservation et de contamination du ravageur. Ces opérations doivent être accompagnées de l'élimination de toutes sources d'infestation pouvant provenir de plantes réservoirs aussi bien cultivées que spontanées, plus particulièrement de la famille des Solanacées.

Les résultats portant sur les relations entre le nombre de feuilles minées selon les étages foliaires de la Doucen montrent l'existence d'une différence hautement significative et d'une corrélation positive expliquant une structuration différente des feuilles minées selon les étages foliaires. Ainsi, les données font ressortir que le nombre de feuilles minées est différent entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3 entre les

étages foliaires 2 et 3. Ces résultats vérifient ceux mentionnés par Berkani et Badaoui en 2008, qui précisent que les plants de tomate peuvent être infestés à tous les stades phénologiques. Par contre, les travaux de Leite et al, (1999), ainsi que ceux d'Oliveira, (1999) montrent que lorsque les feuilles deviennent âgées ou 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. Aussi, il est démontré par Leite et al, en 1999 et en 2004, que sous serre *L. esculentum* et *L. hirsutum* présentent des densités de trichomes glandulaires et d'idioblastes cristallifères caractérisant le tissu palissadique foliaire qui sont plus importantes sur l'étage foliaire apical que sur les étages foliaires moyen et basal. De même, les pourcentages de trichomes altérés sont plus élevés sur les étages foliaires moyen et basal que sur l'étage apical. En effet, ces trichomes glandulaires produisent d'une part une résine qui peut conférer une résistance mécanique à la plante selon leur densité, leur longueur et leur forme, mais qui nuit également au déplacement de plusieurs espèces de prédateurs (Leite et al, 2003). D'autre part, il est reconnu que le genre *Lycopersicum*, contient des substances allélochimiques qui sont très importantes dans les interactions plante – insecte et pour lesquels elles peuvent être des toxines, comme l' α -tomatine, l' α -humulène, l'acide chlorogénique et le rutine, dont les concentrations dans les feuilles sont très faibles (Elliger et al., 1981 in Leite et al, 2001). Il est également démontré que les trichomes glandulaires du type VI produisent le tridecan-2-1 et l'undecan-2-1 dont dépend la résistance de la plante au ravageur (Dimock et al., 1982; Dimock et Kennedy, 1983; Kennedy et Sorenson, 1985; Lin et al., 1987; Giustolin, 1991 in Leite et al, 2000). De même, Schalk et al, (1976), Kennedy et al (1985) in Leite (2000) ont montré que la résistance des feuilles âgées de la tomate est due à une diminution de la concentration en tridecan-2-1 au niveau de ces organes.

Les trichomes non glandulaires du (types III, Va, et Vb) ne sont pas importants dans la régulation de la densité de *T. absoluta* et *Liriomyza* spp. Cependant, les terpènes sont associés à la ponte chez *T. absoluta* et le potassium foliaire est un facteur qui favorise *Liriomyza* spp (Leite et al, 2003), comme ils signalent que les teneurs élevées en oxalate de calcium dans les feuilles de *Lycopersicum* est un facteur qui rend difficile la prise de nourriture des insectes.

Les résultats de l'étude de la mise en évidence des relations entre le nombre de mines par feuille selon les étages foliaires fait apparaître des différences significatives et une corrélation positive entre les étages foliaires 1 et 2, 1 et 3. Cependant, nous ne remarquons pas de différence entre les étages 2 et 3. De même, d'après (Leite et al, 2003), le nombre de mines de *T. absoluta* par feuille est plus important sur l'étage moyen que sur l'étage apical et beaucoup moins sur l'étage basal.

La distribution des larves et des pontes selon les étages foliaires montrent l'absence de corrélation entre les stades larvaires et les pontes des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3, alors qu'il existe une corrélation positive et une différence hautement significative entre les stades larvaires et les pontes des étages foliaires 2 et 3. Les effectifs en larve et en ponte qui sont différents sur les étages moyen et apical peuvent être expliqués par l'évaluation de l'infestation qui doit suivre les différents stades de croissance de la plante. Ainsi, les folioles de l'étage moyen ont été plus précocement infestées que celles de l'étage apical. Il est également démontré par Leite et al, en 2000 que la durée du développement larvaire varie en fonction l'âge de la plante, du pourcentage de Tridecan-2-1 et du nombre total de trichomes par mm² de folioles. Ainsi, la durée du développement larvaire varie de 24.3 j (0.01% Tridecan-2-1) pour une culture âgée de 2 mois à 37 j (1% Tridecan-2-1) pour une culture âgée de 4 mois. De même, les résultats portant sur l'effet du nombre total de trichomes par mm² de folioles, ont montré que la durée du développement larvaire est 27.0 j chez une plante de 2 mois (nombre total de trichomes/mm² de folioles=0) et atteint une durée de 34 j, pour une plante âgée de 4 mois (nombre total de trichomes/mm² de folioles=40). Ces résultats expliquent également que la durée de l'état larvaire varie en fonction de l'âge des tiges et feuilles de la plante. En effet, sur les feuilles sénescents de l'étage basal, le développement larvaire est plus lent que sur les jeunes feuilles de l'étage apical.

La distribution des pontes selon les étages foliaires montrent l'absence de corrélation entre les pontes des étages foliaires 1 et 2, 1 et 3, alors qu'il existe une corrélation positive et une différence significative entre les pontes des étages foliaires 2 et 3.

Les pontes déposées sur les étages foliaires moyen et apical, montrent que les femelles commencent par repérer les jeunes pousses qui permettent le développement de leur progéniture avant de pondre leurs œufs. Ainsi, il ressort des travaux de Silva et al, (1998); Leite et al, (1999a, b); Oliveira, (1999) reportés par Leite et al, en 2003 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. Il ressort également des travaux de Leite et al, (2003) que le nombre d'œufs déposés par feuille chez *T. absoluta* varie en fonction du nombre d'idioblastes cristallifères par mm² et du pourcentage de trichomes altérés. Ainsi, il ressort de cette étude que le nombre d'œufs déposés par feuille augmente avec l'augmentation du nombre d'idioblastes cristallifères par mm² et la diminution du pourcentage de trichomes altérés. Ces résultats sont caractéristiques de l'étage foliaire apical, à l'opposé de l'étage foliaire basal qui présente un faible nombre d'œufs déposés par feuille, induit par le faible nombre d'idioblastes cristallifères par mm² et le faible pourcentage de trichomes altérés.

De nombreuses études reportées par Oliveira et al, en 2007 précisent que les principaux composants participant dans la sélection du substrat de ponte des femelles de *T. absoluta* sont produits par les trichomes glandulaires de plusieurs variétés de tomate. Les principaux composés identifiés sont 2-tridecanone (2-TD) et 2-undecanone (2-UD) ([Maluf et al., 1997], [Giustolin and Vendramin, 1996] et [Magalhães et al., 2001]), sesquiterpènes (Freitas et al., 1998) et acylglucose (Resende et al., 2000). Ces composés présents dans les trichomes foliaires sous la forme de lipides cuticulaires peuvent constituer des barrières physiques et chimiques pour les insectes et les pathogènes ([Farrar and Kennedy, 1991], [Bianchi, 1995], [Eigenbrode and Espelie, 1995], [Justus et al., 2000] and [Picoaga et al., 2003]). D'autres composés sont également associés à la résistance chez *L. esculentum*, comme l'acide chlorogénique des trichomes glandulaires qui est signalé comme facteur de résistance chez *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae).

L'Apha-Tomatin et le Rutin dans les lamelles foliaires sont toxiques pour de nombreux insectes, comme *Helicoverpa zea* (Baddie) (Lepidoptera: Noctuidae) et *Spodoptera exigua* (Huebner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Stamp et Osier, 1998).

La distribution des larves par stade selon les étages foliaires montre que :

- les larves du premier et deuxième stade sont réparties de façon différente entre les étages foliaires moyen et apical.
- les larves du troisième stade sont réparties de façon différente entre les étages foliaires basal et apical et les étages foliaires moyen et apical.
- les larves du quatrième stade sont réparties de façon différente entre l'étage foliaire basal et moyen, l'étage foliaire basal et apical et l'étage foliaire moyen et apical.

Ces résultats peuvent être en relation avec l'évolution et la distribution temporelle des infestations, des pontes et du développement des différents stades larvaires durant les différentes phases de la croissance de la plante et de l'apparition des feuilles des trois étages foliaires. Ce qui explique que les larves de stade 4 se localisent de façon hétérogène sur les trois niveaux foliaires, les larves de stade 3 se localisent de façon hétérogène sur l'étage basal et apical et l'étage moyen et apical et les larves de stade 1 et 2 de façon différente entre l'étage moyen et apical.

La distribution des pontes selon les étages foliaires et des adultes mâles piégés montrent l'absence de corrélation entre les pontes et les adultes mâles capturés par piège à phéromone sexuelle. Ce qui peut expliquer qu'il n'existe pas de relation entre l'apparition des adultes, plus particulièrement les mâles et la distribution des pontes selon les étages foliaires.

La préférence de ponte selon les faces foliaires montre la présence d'une très grande différence des pontes entre les faces foliaires supérieure et inférieure.

Au moment de la ponte des œufs, la femelle recherche des sites qui peuvent assurer une protection et une alimentation adéquate à sa progéniture. Les résultats montrent que les pontes sont plus importantes sur la face inférieure que sur la face supérieure des feuilles.

L'étude des relations temporelles entre les œufs, larves et adultes mâles de *T. absoluta* montre l'existence d'une importante corrélation entre les trois états biologiques du ravageur vers la fin de cycle végétatif de la culture ou chez les plantes âgées de 10 à 13 semaines, ayant entre 100 j et 127 j, qui représente l'étape biologique des plants qui est la plus infestée par les larves, les mâles et par les pontes ou les œufs. Cependant, sur les feuilles sénescents de l'étage basal, le développement larvaire est plus lent que sur les jeunes feuilles de l'étage apical. Les pontes et le nombre d'œufs déposés par feuille varie en fonction de l'âge. Les feuilles apicales présentent ainsi un nombre d'œuf plus important que les feuilles basales des plants. Chez les jeunes plants, l'absence de corrélation entre les états biologiques du ravageur peut être due au faible niveau d'infestation de la culture.

Références bibliographiques :

ANONYME, 2008- Fiche technique : La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), FREDON Corse, France.3p.

ANONYME, 2009- la mineuse de la tomate : *Tuta absoluta* (Meyrick). Ed. Fredon Corse, 2 p.

BERKANI A. BADAoui M., 2008-mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptero ; Gelechiidae), Ed, INRA Algérie, Alger, 16p.

BIURRUN R., 2008- *Tuta absoluta* la polilla del tomate, Ed. i.t.a.Agrícola, pp :16-18.

LEITE, G. I. D.; PÍCANÇO, M.; AZEVEDO, A. A.; GONRING, A. H. R.,1999- Efeito de tricomas, aleloquímicos e nutrientes na resistência de *Lycopersicon hirsutum* à traça-do-tomateiro. Ed. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 11, p. 2059-2064.

LEITE, G. L. D.; PICANÇO, M.; GUEDES, R. N. C.; SKOWRONSKI, L., 1999- 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.

LEITE G.L.D, M. PICANÇO, R.N.C. GUEDES, J.C. ZANUNCIO., 2001- Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae* 89,103-113

LEITE G.L.D., PICANÇO M., JHAM G.N. et MARQUINI F., 2003- Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Liriomyza* spp. (Diptera: Agramyzidae) attacks on *Lycopersicum esculentum* Mill. Leaves, *Ciênc.Agrotec.*, Lavras, 28(1) : 42-48.

LEITE G.L.D, PICANÇO M, JHAM G.N, CIENC F.M., 2004- Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Liriomyza* spp. (Diptera: Agramyzidae) attacks on *Lycopersicum esculentum* Mill. Leaves, Ed. *agrotec*, Lavras, v. 28, n. 1, p. 42-48.

OLIVEIRA, I. R., 1999- Fatores que afetam a intensidade da ataque de *Liriomyza trifolii* (Burgess) ao repalho. Ed *Dissertação (Mestrado em Entomologia)* -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 43

OLIVEIRA C.R.F., CYSNEIROS M .C .H. et HATANO EDUARDO., 2007- Occurrence of *Pyemates* sp. on *Tuta absoluta* (Meyrick), *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(6) : 929-932. ■