

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme
du MASTER en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des Plantes Cultivée

SUJET

**Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*
(MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois
variétés de tomate sous serre (Cartier, Tomallow et Tavira)
au littoral de la wilaya de Tizi-Ouzou (AZEFFOUN).**

Présenté par^{Melle} : BENISSAD Djamilia

Soutenu le 17 / 06 / 2015

Devant le jury :

| | | | |
|------------------------------------|------------|-------|--------------|
| Mme MEDJDOUB-BENSAAD F. | Professeur | UMMTO | président |
| M ^{elle} CHOUGAR S. | MACA | UMMTO | Promotrice |
| M ^{me} GHEBBI-SI-SMAIL K. | MACA | UMMTO | Examinatrice |
| M. TEBIB M. | MACA | UMMTO | Examineur |

Promotion 2014/2015

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie tout d'abord le bon Dieu qui m'a donné le courage et la patience pour terminer ce travail, ainsi que ma famille qui m'a soutenue avec tous les moyens pour ma réussite.

Je suis heureuses d'exprimer ici mes remerciements les plus sincères et ma profonde reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail, en particulier ;

Mademoiselle CHOUGAR S. MACA à l'UMMTO, d'avoir accepté de diriger ce travail et pour tous les conseils qu'elle m'a régulièrement prodigués, qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et mes remerciements pour la grande disponibilité et l'intérêt constant qu'elle a toujours manifesté à l'égard de mon travail.

Je tiens à exprimer mon grand respect et ma profonde gratitude à l'égard de madame MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur à l'UMMTO, pour avoir accepté de présider ce jury. Je tiens à la remercier vivement pour sa gentillesse, ses orientations et ses conseils.

Mes sincères remerciements s'adressent également à madame GHEBBI-SI-SMAIL K. MACA à l'UMMTO, pour avoir accepté de juger ce travail.

Mes sincères remerciements vont à monsieur TEBIB M. MACA à l'UMMTO, pour avoir accepté d'examiner ce présent travail.

Mon grand respect et mes remerciements vont à monsieur BEN ARAB N. Subdivisionnaire de Service Agricole de Ouacif, de m'avoir aidé et facilité le déroulement de mes études en Master dans de bonnes conditions.

Sans oublier de remercier tout le personnel de la Subdivision Agricole de Ouacif du plus petit au plus grand.

Je tiens à remercier infiniment les deux frères CHALLAL, agriculteurs à Azeffoun, pour l'accueil dans leur exploitation ainsi pour leur hospitalité et leur générosité.

Je remercie également la famille CHAKAI d'Azeffoun pour son accueil au sein de son exploitation.

Je tien à remercier tout le personnel de la DSA de Tizi-Ouzou pour leurs renseignements et leurs encouragements.

Un grand merci pour mademoiselle AIT TALEB S. Doctorante en génie civil, qui a m'a consacré une longue durée de son temps malgré son programme trop chargé.

Mes remerciements vont à monsieur MEZANI S. pour son aide.



A l'homme qui m'a donné le premier stylo, à l'âme de mon père, que Dieu l'accueille en son vaste paradis.

A ma chère mère que Dieu la garde et la protège pour moi ;

A ma sœur Ouiza ;

A ma grand-mère Ouiza que Dieu la garde pour moi ;

A mes tantes Nadia et Saliha ;

A toutes mes cousins et cousines ;

A mes chères amies ;

A tous ceux qui me connaissent de près
ou de loin ;

A toute la promotion 2015.

BENISSAD D.

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate..... | 11 |
| Tableau II : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g de tomate..... | 12 |
| Tableau III : Production mondiale annuelle de la tomate..... | 14 |
| Tableau IV : Principaux pays producteurs de tomates en 2008 - 2010 (volume, tonnes métriques) | 14 |
| Tableau V : Principaux pays importateurs de tomates en 2010..... | 15 |
| Tableau VI : Principaux pays exportateurs de tomates en 2010..... | 16 |
| Tableau VII : Superficie et production de la tomate maraichère et de la tomate maraichère protégée dans la région d'Azefoun..... | 17 |
| Tableau VIII : Différentes contraintes abiotiques de la culture tomate..... | 19 |
| Tableau IX : Différentes maladies cryptogamiques de la tomate..... | 21 |
| Tableau X : Ravageurs de la culture tomate..... | 23 |
| Tableau XI : Maladies bactériennes rencontrées sur tomate..... | 24 |
| Tableau XII : Différentes maladies virales de la tomate..... | 26 |
| Tableau XIII : Insectes ravageurs de la tomate..... | 28 |
| Tableau XIV : Durée du cycle de développement de <i>Tuta absoluta</i> en fonction de la température..... | 37 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure. 1. Diffusion de la tomate dans le monde..... | 02 |
| Figure. 2. Bobine à filer colombienne reproduisant une fleur de tomate..... | 02 |
| Figure. 3. Premières représentations graphiques de la tomate..... | 02 |
| Figure. 4 : Fruit de tomate <i>Lycopersicom esculentum</i> Mill..... | 03 |
| Figure. 5 : Modes de croissance de la tomate..... | 05 |
| Figure. 6: Appareil végétatif de la tomate..... | 08 |
| Figure. 7 : Appareil reproducteur de la tomate..... | 08 |
| Figure. 8 : Différents stades phenologiques de la tomate..... | 10 |
| Figure. 9: Contrainte abiotique de la culture tomate..... | 20 |
| Figure. 10: Maladies cryptogamiques sur tomate..... | 22 |
| Figure. 11: Principaux ravageurs de la tomate..... | 24 |
| Figure. 12: Maladies bactériennes sur tomate..... | 25 |
| Figure. 13 : Différentes infections virales de la tomate..... | 27 |
| Figure. 14: Insectes ravageurs de la tomate..... | 29 |
| Figure. 15 : Répartition géographique de <i>tuta absoluta</i> dans le monde..... | 30 |
| Figure. 16: Dissimination de l'espèce de <i>Tuta absoluta</i> en Algérie..... | 31 |
| Figure. 17: Adulte de la mineuse de la tomate | 31 |
| Figure. 18 : Ailes de <i>tuta absoluta</i> | 33 |
| Figure. 19 : Antennes de <i>tuta absoluta</i> | 33 |
| Figure. 20 : Tête larvaire de <i>tuta absoluta</i> | 33 |
| Figure. 21: Œuf de <i>tuta absoluta</i> | 34 |
| Figure. 22: Génitalia mâles de <i>T. absoluta</i> | 35 |
| Figure. 23: Génitalia femelles de <i>T. absoluta</i> | 35 |
| Figure. 24: Différents stades de développement de <i>Tuta absoluta</i> | 38 |
| Figure. 25 : Dégâts de <i>Tuta absoluta</i> | 40 |
| Figure. 26 : Galeries creusées par la mineuse de la tomate et la mouche mineuse..... | 42 |
| Figure. 27: Teigne de la pomme de terre | 42 |

| | |
|---|----|
| Figure. 28 : Galeries sur pomme de terre..... | 42 |
| Figure.29 : Situation géographique de la zone d'étude | 44 |
| Figure. 30: Les deux sites d'études..... | 45 |
| Figure. 31: Photos des trois variétés de tomate étudiées..... | 46 |
| Figure. 32: Différents pièges utilisés..... | 47 |
| Figure. 33: Matériels utilisés..... | 48 |
| Figure. 34: Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidités chez les trois variétés de tomate..... | 50 |
| Figure. 35: Influence des températures sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés de tomate | 51 |
| Figure. 36: Influence des températures sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés de tomate | 52 |
| Figure. 37: Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez les trois variétés de tomate..... | 54 |
| Figure. 38: Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles des trois variétés de tomate..... | 57 |
| Figure. 39: Evolution temporelle du nombre des 4 stades larvaires et chrysalides des trois variétés | 61 |
| Figure. 40 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate..... | 63 |
| Figure. 41: Evolution temporelle du nombre des mines sur les folioles chez les trois variétés de tomate | 65 |
| Figure. 42: Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate..... | 66 |
| Figure. 43: Différences entre une serre saine en début d'échantillonnage et une serre infestée par <i>T. absoluta</i> à la fin de l'étude | 68 |

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Chapitre I : Données bibliographiques sur la tomate

| | |
|--|----|
| 1. Historique, origine et étymologie de la tomate | 01 |
| 2. Classification de la tomate | 03 |
| 2.1. Systématique | 03 |
| 2.2. Classification génétique | 04 |
| 2.2.1. Variétés fixes | 04 |
| 2.2.2. Variétés hybrides | 04 |
| 2.3. Classification selon le mode de croissance | 04 |
| 2.3.1. Plantes à croissance déterminée | 04 |
| 2.3.2. Plantes à croissance indéterminée | 05 |
| 3. Biologie de la tomate | 05 |
| 3.1. Caractéristiques morphologiques de la tomate..... | 06 |
| 3.1.1. Appareil végétatif | 06 |
| 3.1.1.1. Racine..... | 06 |
| 3.1.1.2. Tige | 06 |
| 3.1.1.3. Feuilles | 06 |
| 3.1.2. Appareil reproducteur | 06 |
| 3.2. Caractéristiques physiologiques de la tomate | 09 |
| 3.3. Caractéristiques Ecologiques | 10 |
| 4. Importance de la tomate..... | 12 |
| 4.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate..... | 12 |
| 4.2. Importance médicinale de la tomate | 13 |
| 5. Intérêt économique de la tomate | 13 |
| 5.1. Situation économique de la tomate maraîchère et industrielle dans le monde..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 5.2. Principaux pays exportateurs de tomates fraîches en 2010..... | 15 |
| 5.3. Situation économique de la tomate maraîchère et industrielle en Algérie..... | 16 |
| 5.3.1. Evolution des superficies, des productions et des rendements de tomate maraîchère en Algérie | 16 |
| 5.3.2. Production de tomate maraichère dans la wilaya de Tizi-Ouzou | 17 |
| 5.4. Contraintes de la production de tomate en Algérie | 18 |
| 6. Contraintes de la culture de la tomate..... | 19 |
| 6.1. Contraintes abiotiques..... | 19 |
| 7.2. Contraintes biotiques | 20 |
| 7.2.1. Moisissures..... | 20 |
| 7.2.2. Adventices..... | 23 |
| 7.2.3. Principaux ravageurs de la culture de la tomate..... | 23 |
| 7.2.4. Maladies bactériennes..... | 24 |
| 7.2.5. Virus..... | 25 |
| 7.2.6. Insectes ravageurs..... | 28 |

Chapitre II : Données bibliographiques sur la mineuse de la tomate

| | |
|---|----|
| 1. Origine et répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> | 30 |
| 2. Position taxonomique | 31 |
| 3. Caractéristiques de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> | 32 |
| 4. Caractères d'identification de <i>Tuta absoluta</i> | 32 |
| 4.1. Ailes de <i>tuta absoluta</i> | 32 |
| 4.2. Antennes de <i>tuta absoluta</i> | 33 |
| 4.3. Tête larvaire de <i>tuta absoluta</i> | 33 |
| 4.4. Œuf de <i>tuta absoluta</i> | 34 |
| 4.5. Appareil génital | 34 |
| 4.5.1. Génitalia mâle | 34 |
| 4.5.2. Génitalia femelle..... | 35 |
| 5. Stades de développement de <i>Tuta absoluta</i> | 35 |

| | |
|--|----|
| 5.1. Œufs | 36 |
| 5.2. Larves | 36 |
| 5.3. Chrysalide | 36 |
| 5.4. Adulte | 36 |
| 6. Biologie | 37 |
| 7. Plantes hôtes | 38 |
| 8. Symptômes et dégâts causés par <i>Tuta absoluta</i> | 39 |
| 8.1. Sur feuilles | 39 |
| 8.2. Sur tige ou pédoncule | 39 |
| 8.3. Sur fruits | 39 |
| 9. Lutte contre la mineuse de la tomate | 40 |
| 9.1. Prophylaxie et mesure préventives | 40 |
| 9.2. Lutte biologique | 40 |
| 9.3. Lutte biotechniques | 41 |
| 9.4. Lutte chimique | 41 |
| 10. Ressemblances des insectes | 41 |
| 10.1. Mouche mineuse de la tomate (<i>Liriomyzabroniae</i>) | 41 |
| 10.2. Teigne de la pomme de terre (<i>Phthorimeaoperculella</i>) | 42 |
| 10.3. Teigne guatémaltèque de la pomme de terre (<i>Teciasolanivora</i> ou <i>Scrobipalposis Solanivora</i>) | 42 |

Chapitre III : Partie expérimentale

| | |
|---|----|
| 1. Objectif | 43 |
| 2. Présentation de la zone d'étude | 43 |
| 2.1. Site des deux variétés Cartier et Tomallow | 43 |
| 2.2. Site de la variété Tavira | 44 |
| 3. Contexte climatique de la zone d'étude | 45 |
| 3.1. Température | 45 |
| 3.2. Humidité relative de l'air | 45 |

| | |
|--|----|
| 4. Matériels et méthodes | 46 |
| 4.1. Sur le terrain | 46 |
| 4.1.1. Matériel végétal | 46 |
| 4.1.1.1. Caractéristiques des trois variétés hybrides de tomate..... | 46 |
| 4.1.2. Pièges à phéromones | 46 |
| 4.1.4. Piège adhésif..... | 47 |
| 4.1.3. Hygrothermomètre..... | 47 |
| 4.2. Au laboratoire | 48 |
| 5. Méthodes de prélèvement | 48 |
| 6. Résultats..... | 49 |
| 6.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité chez les trois variétés | 49 |
| 6.2. Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des trois variétés | 51 |
| 6.3. Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans les serres des trois variétés | 52 |
| 6.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez les trois variétés de tomate | 53 |
| 6.5. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles chez les trois variétés de tomate | 55 |
| 6.6. Evolution temporelle du nombre des 4 stades larvaires et chrysalides des trois Variétés | 58 |
| 6.7. Evolution temporelle de la distribution des œufs selon la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate..... | 62 |
| 6.8. Evolution temporelle du nombre des mines sur les folioles chez les trois variétés de tomate | 62 |
| 6.9. Taux d'infestation des folioles sur les différents niveaux des plants chez les trois variétés de tomate..... | 64 |
| 6.10. Comparaison des taux de ponte sur les trois variétés de tomate | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 6.11. Taux de ponte sur les deux faces de folioles pour les trois variétés de tomate | 67 |
| 7. Discussion des résultats | 69 |
| Conclusion | 73 |

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

La culture sous abris ou serriculture représente 1,4% des terres consacrées annuellement aux cultures maraîchères et offre 6,8% de la production nationale en produits maraîchers. Les solanacées représentent dans l'ensemble 70% de la sole mise en culture en Algérie, avec une prédominance de la tomate, soit 40% du potentiel en serre (ZELLA et SMADHI, 2009).

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est une espèce largement cultivée et représente l'un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformée. Elle appartient à la famille des solanaceae et est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut domestiquée au Mexique, puis elle s'est propagée dans divers pays du monde (NAIKA et *al.*, 2005). D'après LATIGUI (1984), la tomate a été introduite en Algérie par les cultivateurs du Sud de l'Espagne.

En Algérie, la tomate est le second produit maraîcher de part la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires (BACI, 1995). Elle répond relativement bien aux attentes nutritionnelles de l'organisme, car le fruit est relativement pauvre en calories, mais riche en eau et en éléments minéraux. Elle contient aussi une grande quantité d'éléments antioxydants, comme le lycopène et la vitamine C qui jouent un rôle important dans la lutte de diverses maladies (RANC, 2010).

Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit de jour en jour (NAIKA et *al.*, 2005), elle constitue une activité lucrative pour de nombreux producteurs en milieu rural, urbain et périurbain (DJIDJI et *al.*, 2009).

La production mondiale de la tomate s'élève d'une année à une autre, entre la période allant de 1961 à 2007, elle a été multipliée par plus de 4, passant de 27.6 à plus de 126 millions de tonnes. Cela représente une surface cultivée de plus de 4.6 millions d'hectares (DERKAOUI, 2011).

En Algérie, la culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Elle est passée de 16760 hectares en 2001, avec une production de 3.735.340 qx à 20789 hectares en 2009, avec une production de 6.410.343 qx. Près de 33000 hectares sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux (SENOUSSI, 2010).

Malgré cette augmentation de production et superficie, la culture de tomate trouve des difficultés à se développer à cause de différentes maladies et ravageurs qui l'affectent continuellement (PHILOUZE, 1993). Les principaux parasites et ravageurs qui se développent sur la tomate sont les nématodes, les insectes ou d'autres arthropodes (LANGE et BRONSON, 1981). Parmi les insectes les plus redoutables qui causent des dégâts considérable sur la tomate on trouve la mineuse de la tomate ou *Tuta absoluta*.

La mineuse de la tomate est un microlépidoptère de la famille des Gelechiidae classé à l'annexe A1 de l'OEPP et il est devenu l'un des principaux ravageurs de la tomate dans beaucoup de pays sud-américains, depuis les années 1960 (GUEDES et PIKANÇO, 2012). En 2007 plusieurs foyers le long de la côte méditerranéenne ont été identifiés. En Algérie sa première apparition fut à Mostaganem au mois de Mars 2008, ensuite elle s'est propagée dans le reste du pays (GUENAOUI, 2008).

BLANCARD et *al.* (2009) rappellent que *Tuta absoluta* est un ravageur doté d'un grand potentiel de dissémination lié principalement à ses caractéristiques biologiques, sa capacité d'acclimatation et aussi aux échanges commerciaux.

La gestion de *Tuta absoluta* est fondée essentiellement sur des mesures prophylactiques, par sa détection précoce par les pièges à phéromone sexuelle et l'utilisation d'insecticides (COLLAVINO et GIMENEZ, 2008). Toutefois, selon SIQUEIRA et *al.* (2000), l'insecte présente une grande résistance à certains insecticides.

Vu les dégâts importants occasionnés sur la culture de la tomate sous serre, nous nous sommes proposés de réaliser une étude sur cet insecte dans une région au littoral de la Kabylie (Azeffoun). Le but de cette étude est dans un premier lieu, de suivre la dynamique de cet insecte et de déterminer le nombre de générations pour chacune des trois variétés (Cartier, Tomallow et Tavira). Dans un second lieu, il s'agit de faire une estimation des dégâts et pertes causés sur les trois variétés afin d'anticiper la variété la plus résistante vis-à-vis de cette mineuse. Deux sites nous ont été proposés dans la région de M'letta, le premier est celui de la famille Challal qui comprend deux variétés Cartier et Tomallow sous une même serre, le second est celui de la famille Chekai qui comprend une seule variété sous serre Tavira.

Pour cela notre travail comprend trois chapitres, le premier et le deuxième chapitre portent sur l'étude bibliographique de la plante hôte (tomate) et de *Tuta absoluta* qui est l'insecte ravageur. Le troisième chapitre présentera de la partie expérimentale, étayée par une discussion. Une conclusion clôturera ce présent document.

Chapitre I

Données bibliographiques sur la tomate *L. esculentum*

1. Historique, origine et étymologie de la tomate

La tomate est une plante herbacée de la famille des solanacées, du genre *lycopersicon*, cultivée pour son fruit. Le terme désigne à la fois la plante et le fruit charnu qui, bien qu'il soit biologiquement un fruit, il est considéré comme un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine.

La tomate est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544 par les espagnols, d'abord en Espagne, en Italie puis elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique (Fig. 1) (BAI et LINDHOUT, 2007).

RANC (2010) rappelle que l'unique représentation potentielle retrouvée en Colombie serait une bobine pour filer la laine décorée d'une fleur de tomate, qui daterait de 500 à 900 ans av. J.C (Fig. 2).

Les premières descriptions de tomate apparaissent dans les écrits des naturalistes du XVI^{ème} siècle (Fig. 3), dont il est intéressant de voir que la première tomate décrite était fasciée et de couleur jaune, ce qui lui a valu le nom de « Pomi d'oro » ou pomme d'or (en Italie) (ANONYME₁, 2011).

Selon CHAUX et FOURY (1994), le genre *Lycopersicon* possède neuf espèces, dont on trouve une seule espèce *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage ceraciforme, considérée comme un type primitif de tomate cultivée et qui a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord.

D'après LATIGUI (1984), la tomate a été introduite en Algérie par les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros). Ce n'est qu'en 1905 que sa consommation a commencée dans la région d'Oran puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois.

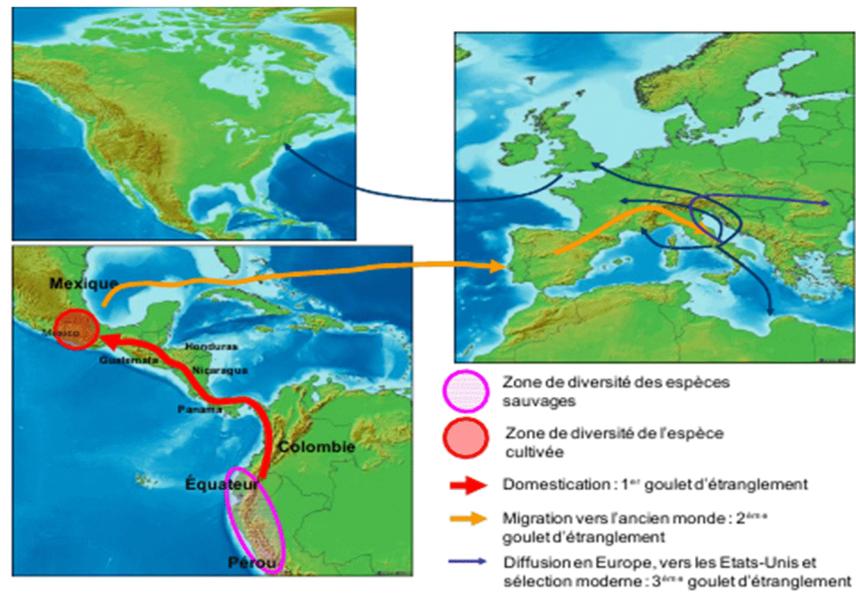


Fig. 1. Diffusion de la tomate dans le monde (RANC, 2010).

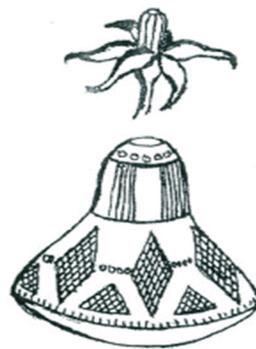


Fig. 2. Bobine à filer colombienne reproduisant une fleur de tomate RANC (2010).



Fig. 3. Premières représentations graphiques de la tomate (ANONYME₁, 2011).

2. Classification de la tomate

2.1. Systématique

La tomate a été désignée la première fois par Tournefort (1694) qui la fait appartenir au genre *Lycopersicum*. Puis en 1753, Linné revoit la taxonomie de la tomate et l'intègre dans le genre *Solanum* sous le nom spécifique de *Solanum lycopersicum*. Un an après, Philippe Miller reconsidère la classification évoquée par Tournefort et réactualise le genre *Lycopersicon* (Fig. 4).

CRONQUIST (1981) ; GAUSSEN et *al.* (1982) rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne..... Plantae.
 Sous règne..... Trachenobionta.
 Division..... Magnoliophyta.
 Classe..... Magnoliopsida
 Sous classe..... Asteridae.
 Ordre..... Solonales.
 Famille..... Solanaceae.
 Genre..... *Solanum* ou *Lycopersicon*
 Espèce..... *Lycopersicon esculentum* Mill.

Il y a d'autres noms qui sont synonymes de *Solanum lycopersicon* ;

Lycopersicon pomumamoris Moencè 1994.
Lycopersicon lycopersicum H Karst 1882.



Fig. 4 : Fruit de tomate *Lycopersicom esculentum* Mill (ORIGINALE, 2014).

2.2. Classification génétique

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes, avec de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame, mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate:

2.2.1. Variétés fixes

Ces variétés peuvent faire l'objet d'une production de semences par les producteurs pour une réutilisation. D'après POLESE (2007), il en existe plus de cinq cents variétés fixes de la tomate dont le fruit est plus ou moins régulier, sensible aux maladies mais avec une très bonne qualité gustative.

2.2.2. Variétés hybrides

Les variétés hybrides les plus courantes sont les hybrides appelés « F1 » issus des croisements de deux parents choisis pour leurs caractères intéressants et complémentaires. Ces variétés sont plus nombreuses (KIMBA et *al.*, 2014).

2.3. Classification selon le mode de croissance

Selon GRY (1994), le type de croissance de la tige de la tomate est un caractère primordial pour le choix des variétés et des techniques de culture, comme il conditionne le mode de mise à fruit.

Deux groupes s'opposent :

2.3.1. Plantes à croissance déterminée (Fig. 5b)

Les plantes s'allongent en formant 3 à 6 bouquets de fleurs, puis s'arrêtent sur un bouton floral. Les bourgeons axillaires qui se développent à la base des feuilles stoppent aussi leur croissance, après avoir émis 1 à 3 bouquets, ce qui donne à la plante un port buissonnant (GRY, 1994). Elles permettent d'obtenir une maturité groupée avec des interventions réduites de taille. On les utilise donc pour les

récoltes précoces en culture tuteurée (dans ce cas, on supprime les tiges secondaires) ou pour les productions de saison en culture non tuteurée, sans taille ni ébourgeonnage (NAIKA et *al.*, 2005).

2.3.2. Plantes à croissance indéterminée (Fig. 5a)

Les plantes ne s'arrêtent jamais de croître et produisent un bouquet de fleurs, en moyenne, toutes les trois feuilles. De même, les tiges secondaires s'allongent régulièrement, ces variétés ont généralement un potentiel de production plus élevé et garantissent une récolte étalée dans le temps.

La plupart des variétés utilisées en Algérie sont : Tango, Lucy, Carmelo, Fandango, Ringo et Tresor (POLESE, 2007).

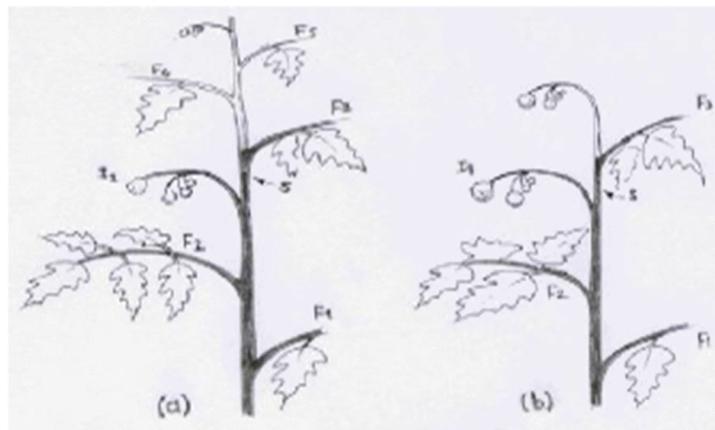


Fig. 5 : Modes de croissance de la tomate :
a) Indéterminée, b) Déterminée (ATHERTON et HARRIS, 1986).

Légende : F1 à F5 :Feuille1 à 5.

I1 : Inflorescence 1.

S : Sympode.

3. Biologie de la tomate

La tomate est une plante vivace, généralement cultivée annuellement. C'est une plante à croissance indéterminée (tige monopodiale), mais il existe certaines variétés à croissance déterminée (tige monopodiale, puis sympodiale après 4 ou 5 feuilles). Le type de croissance déterminée a permis le développement de la récolte mécanisée, impossible sur les autres variétés qui doivent être tuteurées (CHAIB, 2007).

3.1. Caractéristiques morphologiques de la tomate

3.1.1. Appareil végétatif

L'appareil végétatif est décrit comme suit :

3.1.1.1. Racine (Fig. 6A)

La tomate a un système racinaire important. De nombreuses racines primaires, secondaires, tertiaires prennent naissance sur un pivot puissant (racine fasciculée). Les racines peuvent atteindre 85 à 90 cm de long, mais les principales racines nourricières se rencontrent entre 25 et 35 cm de profondeur (DEMOL et *al.*, 2002). En sol profond, on peut trouver des racines jusqu'à 1 mètre de profondeur (CHAUX et FOURY, 1994).

3.1.1.2. Tige (Fig. 6B)

La tige de la tomate est pleine, fortement poilue et glandulaire et elle peut se ramifier un grand nombre de fois et donne à la plante un aspect buissonnant. Elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m (SENOUSSI, 2010).

3.1.1.3. Feuilles (Fig. 6C)

Les feuilles sont alternes, composées, imparipennées (nombre impair de foliole) et comprennent 5 à 7 folioles aux lobes découpés. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (RANC, 2010).

3.1.2. L'appareil reproducteur

La tomate est généralement autogame, mais des allofécondations sont possibles (RANC, 2010). Son appareil reproducteur est décrit comme suit :

3.1.2.1. Inflorescences

Les inflorescences sont des grappes plus ou moins ramifiées formant ce qu'on appelle couramment des bouquets. Suivant le mode de croissance des tiges, de 1 à 4 feuilles, en moyenne, séparent 2 bouquets successifs. Le nombre de fleurs par bouquet diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de l'extrémité des tiges. On compte en moyenne 5 par bouquets (BLANCARD, 1988).

3.1.2.2. Fleur (Fig. 7A)

En général il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. Les fleurs sont hermaphrodites et actinomorphes (régulière), entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées ou entre les feuilles (NAIKA et *al.*, 2005).

La formule florale de la fleur est rappelée par REY et COSTES (1965), comme suit :

6 sépales + 6 pétales + 6 étamines + 2 carpelles

3.1.2.3. Fruit (Fig. 7B)

NAIKA et *al.* (2005) rappellent que le fruit de la tomate est une baie charnue présentant 2 ou plusieurs loges, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés.

3.1.2.4. Graine (Fig. 7C)

Les graines de tomate sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (NAIKA et *al.*, 2005).

Elles sont recouvertes d'un mucilage qui présente à maturité un albumen et embryon à courbe, à germination épigée (CHAUX et FOURY, 2003).



Fig. 6: Appareil végétatif de la tomate. A) Système racinaire (CHAUX et FOURY, 1994) ; B) Tige de tomate ; C) Feuille de tomate (ORIGINALE, 2014).

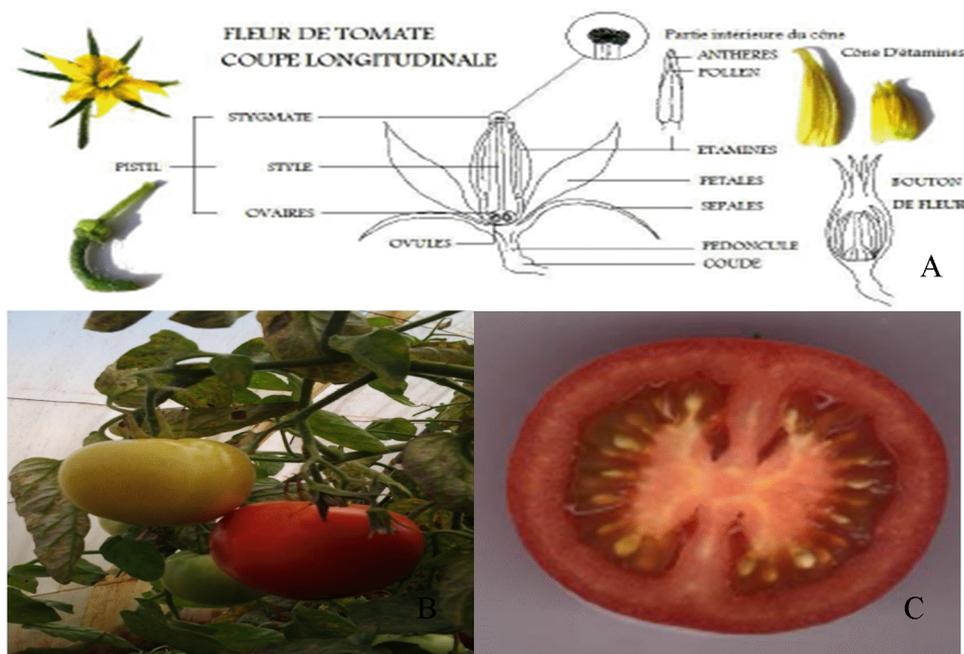


Fig. 7 : Appareil reproducteur de la tomate.
A : Coupe longitudinale d'une fleur de tomate (ANONYME, 2009) ; B : Fruit de tomate; C : Section transversale et longitudinale d'une tomate (ORIGINALE, 2014).

3.2. Caractéristiques physiologiques de la tomate

Vu l'augmentation de plus en plus accrue la tomate dans le monde, de nombreuses études ont été réalisées permettant de connaître mieux ses différents stades de développement (cycle biologique), qui mènent à la bonne maîtrise de la culture de la tomate pour une meilleure productivité (Fig. 8).

3.2.1. Phase de germination

A température ambiante comprise entre 18°C et 24°C, la levée s'effectue au bout de 6 à 8 jours. Au dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaire simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

3.2.2. Phase de croissance

La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les 2 premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11ème jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20ème jour. Au bout de 1 mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles découpées. Le jeune plant a 15 à 20 cm de hauteur en moyenne et c'est le moment de le repiquer, directement en place (RAKOTOSON et RAZAFINDRA, 2009).

3.2.3. Phase de floraison

La phase de développement consiste en des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur (CHAUX et FOURY, 2003). La floraison s'échelonne de bas en haut. La floraison dure 1 mois à 1 mois et demi, c'est-à-dire de deux mois et demi à trois et demi - quatre mois après le semis (REY et COSTES, 1965).

3.2.4. Phase de pollinisation

La pollinisation fait appel à des agents extérieurs comme le vent ou certains insectes, tels que le bourdon qui vibrent les anthères et libèrent le pollen (CHAUX et FOURY, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela, résulte la difficulté du dépôt du pollen (BLANCARD *et al.*, 2009).

3.2.5. Phase de fructification et maturation

La fructification débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures, au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs (LATHOUWER, 1929).

Les fruits se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, ils commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis du rouge de plus en plus accentué, c'est la phase de maturation (DEMOL *et al.*, 2002).



Fig. 8 : Différents stades phénologiques de la tomate (ANONYME₁, 2013).

3.3. Caractéristiques Ecologiques

Pour avoir du bon rendement, la tomate a besoin d'être bien entretenue en lui procurant les bonnes conditions climatiques, en lui approvisionnant d'apport satisfaisant en eau et en éléments nutritifs, il faut aussi la protéger contre les contraintes biotiques et abiotiques qui peuvent survenir (FABREGUES, 2003).

3.3.1. Besoins en chaleur

Selon BLANCARD *et al.* (2009), la tomate est une plante qui a besoin de beaucoup de chaleur pour assurer le cycle complet de sa végétation (Tableau I).

Tableau I : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate (NAIKA et *al.*, 2005).

| Phase | Températures (°C) | | |
|--|-------------------|---------------------|------|
| | Min. | Intervalle optimale | Max. |
| Germination de graines | 11 | 16-29 | 34 |
| Croissance des graines | 18 | 21-24 | 32 |
| Mise à fruits | 18 | 20-24 | 30 |
| Développement de la couleur rouge | 10 | 20-24 | 30 |

3.3.2. Besoins en eau (humidité)

La tomate est une plante assez résistante à la sécheresse, surtout si un ameublissement du sol lui permet de développer un système racinaire important. Néanmoins, elle demande une humidité suffisante du sol et les arrosages sont favorables à son développement. On estime que pendant la quarantaine de jours qui suivent la transplantation, les jeunes pieds ont besoin de 50m³ /ha/jour. Pendant la floraison et la maturation, ces besoins en eau sont de l'ordre de 100 à 110 m³/ ha/jour (NAIKA et *al.*, 2005).

3.3.3. Besoins en lumière

La tomate est une plante de lumière. Si on la place dans un endroit ombragé, elle va filer et donner un rendement insignifiant. Les très fortes insulations provoquent sur les fruits des coups de soleil qui les déprécient (FABREGUES, 2003).

3.3.4. Besoins en sol

Selon LAUMONIER (1979), la tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable.

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols, où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquat et suffisant. La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l (CHAUX et FOURY, 1994).

4. Importance de la tomate

Grâce à sa richesse en vitamines et en sels minéraux, la tomate est le légume le plus consommé dans le monde (DJIDJI *et al.*, 2009).

4.1. Valeur nutritionnelle des fruits de tomate

FAVIER *et al.* (2003) rappellent que la tomate largement consommée, joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Ce fruit contenant 93% à 95% d'eau, très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19 K calories aux 100 g, soit 63 k Joules. Elle est très riche en carotène et lycopène, elle fournit des quantités appréciables de vitamine C, ainsi que de la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. Ses minéraux sont abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore) (Tableau II).

Tableau II : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g de tomate (FAVIER *et al.*, 2003).

| Comportement de la tomate crue valeur nutritionnelle pour 100g | | |
|---|-------------|--------------|
| Eau | | 93,80g |
| Valeur calorique | | 19, 00 K cal |
| Elément énergétique | Protides | 0,80 g |
| | Glucides | 3,50 g |
| | Lipides | 0,30 g |
| Vitamines | Vitamine A | 0,00 mg |
| | Vitamine B1 | 0,06 mg |
| | Vitamine B2 | 0,05 mg |
| | Vitamine B6 | 0,00 mg |
| | Vitamine C | 18,00 mg |
| | Vitamine PP | 0,60 mg |
| Minéraux | Fer | 0,40 mg |
| | Calcium | 9,00 mg |
| | Magnésium | 11,00 mg |
| | Phosphore | 24,00 mg |
| | Potassium | 226,00 mg |
| | Sodium | 5,00 mg |
| | Soufre | 11,00 mg |
| | Zinc | 0,24 mg |
| Chlore | 40,00 mg | |

4.2. Importance médicinale de la tomate

Selon (ANONYME₁, 2013), le rôle médicinal de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas de l'Amérique du sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique.

La consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Antifatigue en accélérant la formation du sucre dans le sang.
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium.
- Excellente pour la santé du foie, car elle contient des traces d'éléments antitoxique appelées chlorites et sulfure.
- Grâce à sa saveur acidulée, la tomate stimule les sécrétions digestives.
- La tomate contribuerait à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité.
- La tomate joue un rôle de prévention du cancer grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3.5 mg/ 125 g de tomate).

5. Intérêt économique de la tomate

La tomate est largement répandue dans le monde. La production de tomates connaît deux grandes filières, la tomate pour la consommation en frais (tomate de marché) d'une part et la tomate destinée à la transformation et la conserve (tomate d'industrie) d'autre part.

5.1. Situation économique de la tomate maraîchère et industrielle dans le monde

Selon ANONYME₁ (2012), la production mondiale de tomate progresse régulièrement passant de 64 millions de tonnes en 1988 à plus de 100 millions aujourd'hui. Elle a augmenté de 35% au cours des dix dernières années et se répartit comme suit : l'Asie 45%, l'Europe 22%, l'Afrique 12%, l'Amérique du Nord 11%, l'Amérique du Sud et Centrale 8%. La Méditerranée a couvert 31% de la production mondiale de tomates en 2005, soit un volume global de 40 millions de tonnes environ.

La production mondiale annuelle de tomates fraîche connaît une progression régulière, comme le relève le tableau III (ANONYME₂, 2012).

Tableau III : Production mondiale annuelle de la tomate (ANONYME₂, 2012).

| Année | Production (tonnes) |
|--------------|----------------------------|
| 2000 | 110.192.365 |
| 2001 | 107.977.756 |
| 2002 | 116.189.258 |
| 2003 | 119.82.962 |
| 2004 | 127.621.164 |
| 2005 | 127.979.138 |
| 2006 | 130.066.090 |
| 2007 | 137.153.333 |
| 2008 | 141.119.873 |
| 2009 | 153.833.368 |
| 2010 | 145.751.507 |

Le tableau suivant classe les dix premiers pays producteurs de tomates.

Tableau IV: Principaux pays producteurs de tomates en 2008 - 2010 (volume, tonnes métriques) (ANONYME₂, 2012).

| Pays | 2008 | 2009 | 2010 |
|-----------------------------|-------------|-------------|----------------|
| Chine | 39.938.708 | 45.365.543 | 41.879.684 (*) |
| Etats-Unis | 12.735.100 | 14.181.300 | 12.902.000 |
| Turquie | 10.985.400 | 10.745.600 | 10.052.000 |
| Inde | 10.303.000 | 11.148.800 | 11.979.700 |
| Egypte | 9.204.100 | 10.278.500 | 8.544.990 |
| Italie | 5.976.910 | 6.878.160 | 6.024.800 |
| République islamique d'Iran | 4.826.400 | 5.887.710 | 5.256.110 |
| Espagne | 4.079.750 | 4.603.600 | 4.312.700 |
| Brésil | 3.867.660 | 4.310.480 | 3.691.320 |
| Mexique | 2.936.770 | 2.591.400 | 2.997.640 |

*Estimation

Le tableau suivant rappelle les principaux pays importateurs de tomate.

Tableau V: Dix premiers pays importateurs de tomates en 2010 (ANONYME₂, 2012).

| Pays | Importations(\$) | Volume (kg) | Prix moyen par kg |
|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| États-Unis | 1.879.534.489 | 1.532.491.924 | \$1.23 |
| Allemagne | 1.334.184.919 | 681.215.500 | \$1.96 |
| Fédération de Russie | 773.582.210 | 699.282.212 | \$1.11 |
| Royaume-Uni | 670.071.371 | 384.601.843 | \$1.74 |
| France | 608.674.710 | 497.387.900 | \$1.22 |
| Canada | 302.014.382 | 193.586.938 | \$1.56 |
| Suède | 173.124.806 | 85.683.000 | \$2.02 |
| Belgique | 145.690.695 | 77.338.097 | \$1.88 |
| Italie | 132.437.305 | 97.270.928 | \$1.36 |
| République tchèque | 132.224.370 | 91.419.161 | \$1.45 |

5.2. Principaux pays exportateurs de tomates fraîches en 2010

Selon ANONYME (2006), Le Mexique, le principal exportateur de tomates sur le marché mondial, avec un prix moyen de 1,06 \$ US au kg. Le prix moyen le plus faible pour les tomates exportées est celui de la Jordanie avec 63 cents/kg. Les prix les plus élevés ont été obtenus par l'Italie et le Canada, avec respectivement 2,23 et 2,14 \$ US au kg.

Le tableau suivant classe les dix premiers pays exportateurs de tomate dans le monde.

Tableau VI: Les dix premiers pays exportateurs de tomates en 2010 (ANONYME₂, 2012).

| Pays | Exportations(\$) | Volume (kg) | Prix moyen par kg |
|------------|------------------|---------------|-------------------|
| Mexique | 1.595.315.056 | 1.509.615.649 | \$1,06 |
| Maroc | 571.284.039 | 784.964.560 | \$0,73 |
| Turquie | 476.873.744 | 574.278.907 | \$0,83 |
| États-Unis | 373.626.415 | 224.278.636 | \$1,67 |
| Canada | 356.415.730 | 166.869.630 | \$2,14 |
| France | 355.117.720 | 189.462.000 | \$1,87 |
| Italie | 287.182.488 | 128.797.318 | \$2,23 |
| Belgique | 281.623.333 | 191.100.924 | \$1,47 |
| Jordanie | 232.376.618 | 371.257.022 | \$0,63 |
| Israël | 73.635.000 | 66.567.807 | \$1,11 |

5.3. Situation économique de la tomate maraîchère et industrielle en Algérie

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole Algérienne. Elle est passée de 16760 hectares en 2001 avec une production de 3.735.340 qx à 20789 hectares en 2009, avec une production de 6.410.343 qx. Près de 33 000 hectares sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyen d'environ 311 qx/ha. Ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Tunisie, Maroc, Espagne, France, Italie) producteurs de tomate, où les rendements varient entre 350 qx/ha à 1500 qx/ha (ANONYME₁, 2013).

5.3.1. Evolution des superficies, des productions et des rendements de tomate maraîchère en Algérie

La filière tomate a connu un bond qualitatif ces dernières années à la faveur de la maîtrise des itinéraires techniques et l'introduction de nouvelles variétés de fertilisants et produits phytosanitaires.

En 2012, la production de tomate maraîchère a enregistré une légère hausse de 2,5 % par rapport à 2011, avec 7,9 millions de qx contre 7,7 millions de qx.

Les rendements se situent entre 26 qx (sur champs) et 1 000 qx, voire 3 000 qx/ha sous serre chez certains producteurs. Ces disparités sont liées au système de production et à l'utilisation des techniques modernes qui demeure limitée, selon les professionnels.

Les quelques expériences menées par certains agriculteurs ont pu réaliser plus de 1 000 qx/ha grâce à l'introduction de techniques modernes. Evoquant, pour ce fait, la wilaya de Biskra d'où proviennent 50 % du cycle de production nationale de la tomate maraîchère, plantée sur 3 000 ha, qui peut satisfaire tous les besoins nationaux et dégager un excédent à l'exportation, si les producteurs parviennent à introduire des techniques modernes (ANONYME₃, 2012).

5.3.2. Production de tomate maraîchère dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La superficie de la tomate dans la wilaya de Tizi-Ouzou est en nette régression. Elle était de 215,13 ha en 2000, puis chute jusqu'à 132,93 ha en 2006. En 2007, elle a subi une légère augmentation en atteignant 167,63 ha et en 2009, elle a atteint 175 ha.

En 2013, la tomate a connu de nouveau une régression, elle est de 159 ha pour une production totale de 34976 qx. En ce qui concerne la tomate maraîchère protégée, elle représente une superficie de 2 ha pour une production de 1911 qx (DSA, 2014).

Les superficies et la production de tomate de notre région d'étude AZEFFOUN sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau VII : Superficie et production de la tomate maraîchère et de la tomate maraîchère protégée dans la région de Azeffoun (DSA, 2014).

| | Tomate maraîchère (y compris la tomate protégée) | | Tomate protégée | |
|-------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| | Superficie Ha | Production Qx | Superficie Ha | Production Qx |
| AZEFFOUN | 4,24 | 2111 | 0,24 | 252 |
| AIT CHAFFA | 7,96 | 4456 | 0,96 | 1051 |

5.4. Contraintes de la production de tomate en Algérie

D'après BACI (1995), le rendement de la tomate en Algérie est faible et ceci est dû à de nombreuses contraintes, parmi lesquelles on peut citer :

5.4.1. Contraintes naturelles

Le déficit en eau d'irrigation est dû essentiellement à l'envasement des barrages qui limite leurs capacités, la sécheresse persistante de ces dernières années a obligé les producteurs à surexploiter les nappes souterraines et donc leur épuisement, enfin au détournement de l'eau réservée à l'agriculture au profit de l'industrie et des villes. La conduite en zone montagneuse au sol pauvre et au relief accidenté et de densité hétérogène, a conduit aux faibles rendements (BACI, 1995).

5.4.2. Contraintes techniques et organisationnelles

La culture tomate est généralement menée dans de petites exploitations, avec une absence totale d'encadrement et une faible technicité, qui ne permet pas aux producteurs de respecter les itinéraires techniques pour une bonne conduite culturale. CHOUGAR (2011) rappelle que ces contraintes techniques et organisationnelles se sont dues essentiellement à :

- L'insuffisance des travaux de préparation du sol.
- Une très grande insuffisance dans l'utilisation des produits phytosanitaires et des amendements organiques, c'est ce qui explique en partie la faiblesse des rendements obtenus et leurs fluctuations.
- L'approvisionnement des producteurs en semences de qualités dépend en grande partie du marché extérieur, ce qui se traduit souvent par l'irrégularité des livraisons (mauvaises qualités des semences, se traduisant par une baisse de rendement).
- Manque de vulgarisation et d'équipement.

5.4.3. Contraintes économiques

Les producteurs doivent supporter la flambée des prix de produits (semences, plants, engrais...) et autre matériel suite aux désengagements de l'Etat, pour la subvention des facteurs de production dû à la conjoncture économique très défavorable. En effet, l'approvisionnement en semences dépend en grande

partie du marché extérieur nécessitant la mobilisation de ressources financières très importantes et de plus en plus difficile à mobiliser, en égard à la conjoncture économique actuelle (BACI, 1995).

6. Contraintes de la culture de la tomate

6.1. Contraintes abiotiques

Les contraintes abiotiques de la tomate se résument dans le tableau suivant :

Tableau VIII: Différentes contraintes abiotiques de la culture tomate.

| Maladies | Symptômes |
|------------------------------------|---|
| Brûlure par le soleil (Fig. 9A) | Des indentations brunes ou grises apparaissent sur les fruits puis pourriture de Ces derniers (BLANCARD, 1988). |
| Fendillement des fruits (Fig. 9B) | De petites fentes apparaissent sur les fruits de tomate facilitant la pénétration des ravageurs (ANONYME ₁ , 2013). |
| Pourriture apicale (Fig. 9C) | Elle résulte de carence en calcium, et de l'excès de sel dans le sol (BLANCARD <i>et al.</i> , 2009). |
| Chlorose (Fig. 9D) | Décoloration plus ou moins prononcée des feuilles avec des nervures qui restent vert (CHAUX et FOURY, 2003). |
| Collet verdit (Fig. 9E) | Elle résulte de manque de potassium et de l'excès de soleil. Elle se manifeste par un collet verdit tandis que le fruit rougit (ANONYME ₁ , 2010). |
| Collet jaunit (Fig. 9F) | Elle résulte d'un manque d'azote, de potassium et d'une température élevée. Le collet jaunit tandis que le fruit rougit (ANONYME ₁ , 2010). |
| Eclatement des fruits (Fig. 9G) | Il est dû aux arrosages excessifs pendant des périodes sèches, où les fruits s'éclatent en mûrissant (ANONYME ₁ , 2010). |

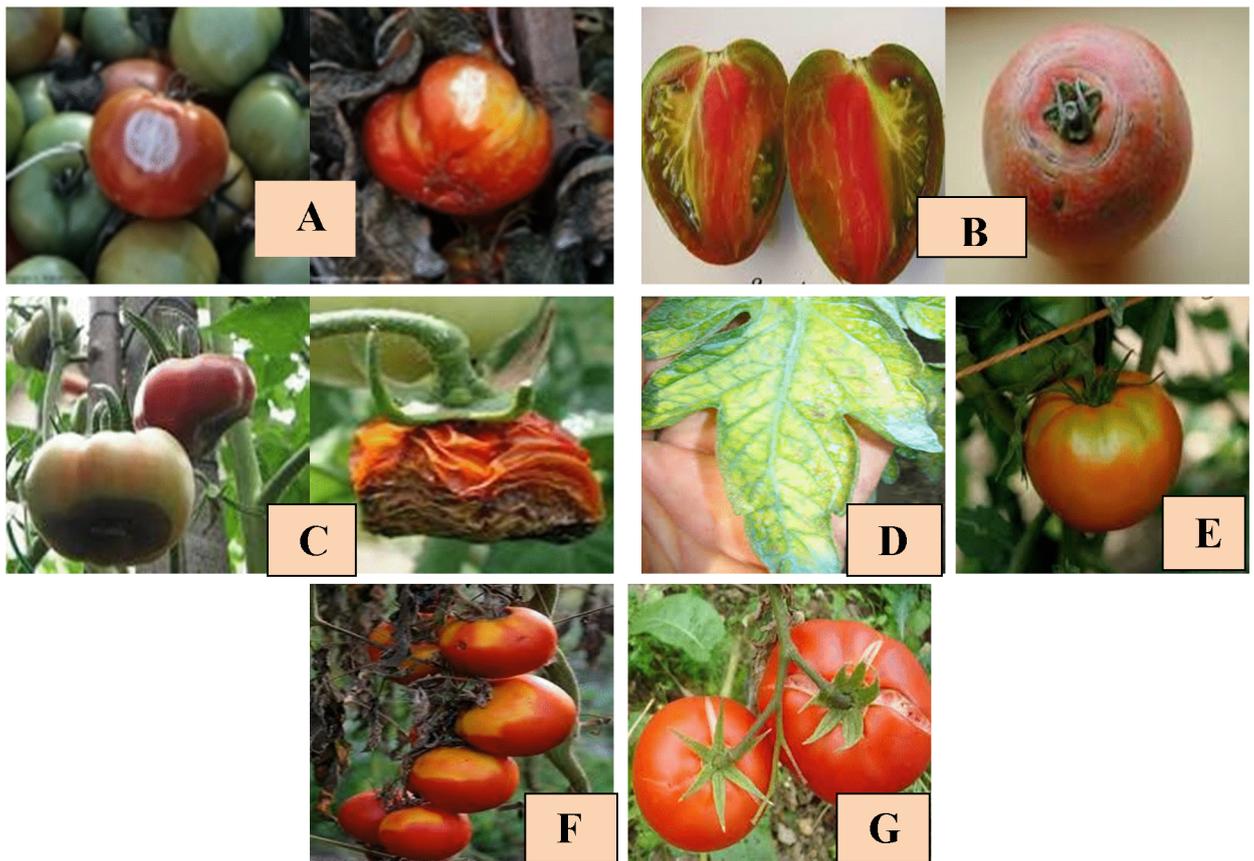


Fig. 9: Contrainte abiotique de la culture tomate. A) Brulure des fruits de tomate par le soleil (BLANCARD, 1988) ; B) Fendillement du fruit de Tomate ; C) Pourriture apicale sur Tomate ; D) Chlorose de la tomate ; E) Collet verdit de la tomate ; F) Collet jaunît de la tomate ; G) Eclatement des fruits de tomate (MORARD, 2013).

7.2. Contraintes biotiques

La culture de la tomate est sujette de plusieurs contraintes d'origines biotiques, à savoir :

7.2.1. Moisissures

Selon MISSIAEN et *al.* (1991), une infection fongique est souvent causée par des spores fongiques qui se sont posées sur les feuilles, y ont germé puis ont pénétré le tissu de la plante.

Le tableau suivant montre les différentes maladies cryptogamiques de la tomate :

Tableau IX : Différentes maladies cryptogamiques de la tomate.

| Maladies | Symptômes |
|--|--|
| L'alternariose (<i>Alternaria solani</i>) (Fig. 10A) | Taches rondes et brunes avec des cercles concentriques sur les feuilles. Parfois on trouve des petites grosseurs sur les tiges ou les feuilles qui font jaunir et flétrir ces dernières. Les fleurs et les jeunes fruits tombent (BLANCARD, 1988). |
| Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>) (Fig. 10B) | De légères taches foncées avec un point jaune en leur centre sont visibles sur les feuilles et deviennent apparentes tôt dans la période de croissance (TROTIN CAUDAL et al., 2010). |
| Fusariose (<i>F. oxysporum</i>) (Fig. 10C) | Les feuilles flétrissent, jaunissent et s'enroulent à leurs bords en commençant par la base de la plante et continuant vers le haut. On peut observer une tache brune si l'on coupe la tige ou les racines (NAIKA et al., 2005). |
| Verticilliose (<i>V. albo-trum, V. dahliae</i>) (Fig. 10D) | Signes similaires à ceux de la Fusariose, mais ils apparaissent plus lentement. Les plantes flétrissent et les feuilles jaunissent. Formation de racines secondaires à la base de la plante (BLANCARD et al., 2009). |
| Mal blanc ou oïdium (<i>Leveillula taurica</i>) (Fig. 10E) | Taches jaunes sur les feuilles avec une poudre provenant des spores sur le côté inférieur de ces taches (TROTIN CAUDAL et al., 2010). |
| Anthracnose (<i>Colletotrichum coccodes</i>) (Fig. 10F) | Taches gris-brunes (des entailles) sur les fruits, des spores couleur saumon (rose). La transmission se fait fréquemment par le biais des parties de plantes infectées (notamment les fruits) (MISSIAEN et al., 1991). |
| Pourriture grise de la tomate ou botrytis (Fig. 10G) | Pendant les années humides le mycélium se développe sur et dans la plante, suite à des blessures par la grêle et les insectes, ou après une attaque d'oïdium. Le botrytis se multiplie de juin à fin octobre (TROTIN CAUDAL et al., 2010). |

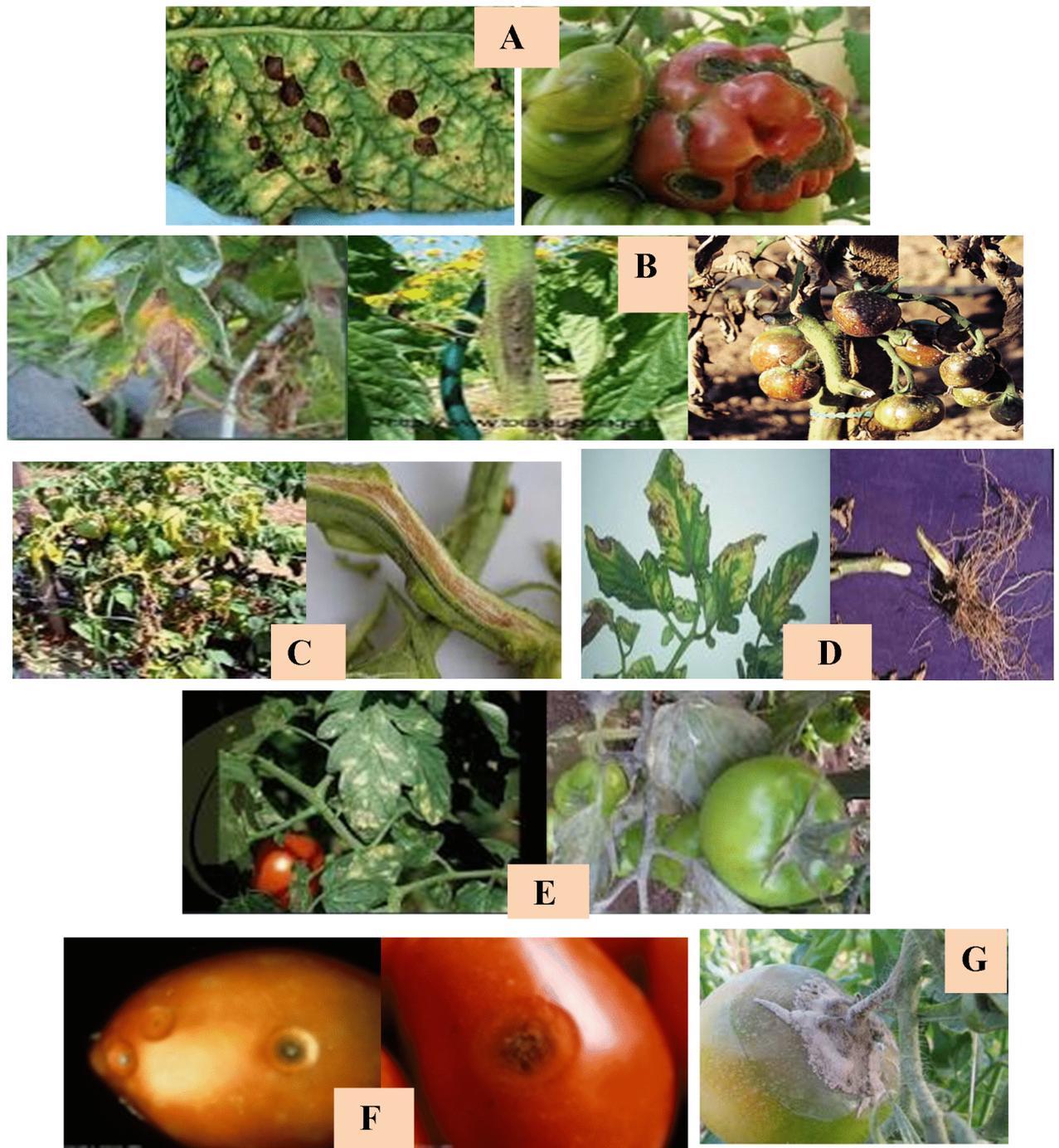


Fig. 10: Maladies cryptogamiques sur tomate. A) Alternariose sur les feuilles et les fruits de tomates ; B) Mildiou sur les feuilles, la tige et les fruits de tomates ; C) Fusariose sur les feuilles et la tige de la tomate ; D) Verticilliose sur les feuilles et la base de la tige ; E) Oïdium sur feuilles et fruits de tomate ; F) Anthracnose sur fruit de tomate ; G) Pourriture grise sur fruit de tomate (ANONYME, 2015).

7.2.2. Adventices

Des prospections ont été effectuées par CORNET (1975), en vue de la détermination des principales espèces d'adventices croissant dans les cultures arrosées de contre saison, cultures maraichères essentiellement et notamment culture de tomate. Parmi elles, les graminées (*Aristida adscensionis* L.), les papilionacées (*Aeschynomene indica* L.) et les solanacées (*Physalis angulata* L.)

7.2.3. Principaux ravageurs de la culture de la tomate

Les principaux ravageurs de la culture de la tomate se résument dans le tableau qui suit :

Tableau X : Ravageurs de la culture tomate.

| Ravageurs | Dégâts |
|---|--|
| Nématodes (fig. 11A) | Vers de très petite taille aux organes perforateurs au niveau de la bouche leur permettant de sucer la sève des plantes. Des dommages sérieux peuvent en découler lorsque des virus ou des moisissures pénètrent la plante au travers des blessures causées par ces nématodes. L'infestation peut se résumer en un retard de croissance, une couleur plus claire des plantes et une forme anormale des feuilles sans montrer des aspects de mosaïque (NAIKA et <i>al.</i> , 2005). |
| Acariens (<i>Tetranychus spp.</i>) (Fig. 11B) | Insectes qui ressemblent aux araignées de couleur jaune, rouge ou orange. Ils pondent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les larves et les insectes adultes sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent. Les acariens peuvent fabriquer des toiles en fils légers qui ressemblent aux toiles d'araignée (VAN DER PLANK, 1968). |
| Escargots et limaces | Selon BELIARD (2003), le risque de dégâts des limaces et des escargots sur la tomate peut exister de la levée à la récol révision des dégâts à long terme dépend de la densité des populations. La prévision des dégâts à court terme dépend de l'activité des limaces et des escargots. |



Fig. 11: Principaux ravageurs de la tomate. A) Racines d'une plante de tomate avec des galles causées par des nématodes ; B1) Acarien et ses œufs sur les feuilles de tomate ; B2) Toile d'un acarien (ANONYME, 2015).

7.2.4. Maladies bactériennes

Selon BLANCARD (1988), les bactéries sont des organismes unicellulaires minuscules invisibles à l'œil nu. La plupart des maladies bactériennes sont transmises dans des conditions d'humidité et de température élevées. Une fois qu'elle a pénétré la plante, une bactérie aboutit généralement dans le système vasculaire des tiges, racines et feuilles, provoquant souvent le flétrissement de ces dernières. Parmi les maladies bactériennes de la tomate on trouve :

Tableau XI : Maladies bactériennes rencontrées sur tomate (BLANCARD *et al.*, 2009).

| Maladies bactériennes | Symptômes |
|---|--|
| Flétrissement bactérien (<i>Ralstonia solanacearum</i>) (Fig. 12A) | -Flétrissements des feuilles terminales, suivi après 2 à 3 jours d'un flétrissement soudain et permanent sans jaunissement. -Des racines adventices peuvent se former sur les tiges principales. |
| Feu bactérien (<i>Xanthomonas axonopodis</i> <i>p.v. vesicatoria</i>) (Fig. 12B) | -Petites taches brunes et arrondies apparaissent sur les feuilles et sur les fruits des plantes infectées. -Les feuilles jaunissent puis tombent. -Les lésions sur les tiges et les pétioles sont elliptiques. |
| Chancre bactérien (<i>Clavibacter michiganense</i>) (Fig. 12C) | -Jaunissent, flétrissent puis dessèchement des feuilles. -De longues striures brunes qui peuvent se fendre apparaissent sur les tiges. Des racines adventices peuvent se former sur les tiges. -Les tissus vasculaires des tiges montrent des stries dont la couleur varie du jaune clair au brun. La moelle se décolore et devient friable. |



Fig. 12: Maladies bactériennes sur tomate. A) Flétrissement bactériens sur plants de tomate ; B) Feu bactérien sur les feuilles et tige de tomate C) Chancre bactérien sur fruit et feuille de tomate (BLANCARD et *al.*, 2009).

7.2.5. Virus

Selon BLANCARD et *al.* (2009), un virus est un pathogène microscopique ayant une structure de protéines que l'on ne peut pas discerner à l'œil nu. Il est souvent propagé dans la culture par des insectes vecteurs comme les mouches blanches, les thrips et les pucerons. Les dommages provoqués par ce virus sont généralement bien plus importants que les blessures physiques causées par l'insecte vecteur.

Les plus importants virus provoquent les symptômes décrits dans le tableau suivant :

Tableau XII : Différentes maladies virales de la tomate.

| Virus | Symptômes |
|---|---|
| Virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate TYLCV « Tomato Yellow Leaf Curl Virus » (Fig. 13G) | -Pieds de tomates infectés sont dressés et rabougris. -Jaunissement et enroulement des feuilles vers le haut ou vers le bas (NAIKA et <i>al.</i> , 2005). |
| Virus de la mosaïque du concombre ou CMV « Cucumber Mosaic Virus » (Fig. 13B) | -Rabougrissement des pieds de tomate. -Les feuilles peuvent montrer de légères marbrures vertes ou des symptômes de filiformisme plus poussés, où les limbes sont considérablement réduits. -Les fruits sont de taille réduite et souvent difformés (NAIKA et <i>al.</i> , 2005). |
| Virus Y de la pomme de terre ou PVY « Potato Virus-Y » (Fig. 13F) | Les symptômes varient entre mosaïque légère et nécrose. Le PVY est transmis par de nombreuses espèces de pucerons (BLANCARD et <i>al.</i> , 2009). |
| Virus de la maladie bronzée de la tomate ou TSWV « Tomato Spotted Wilt Virus » (Fig. 13D) | -Les pieds contaminés sont rabougris et ont des feuilles jaunes. -Les fruits montrent des cercles légèrement en relief de couleur vert, jaune et rouge qui sont caractéristiques de la maladie (ANONYME ₂ , 2013). |
| Pepper Veinal Mottle Virus ou PVMV (Fig. 13E) | -Des mosaïques sur la tomate, ses souches virulentes peuvent provoquer la nécrose des feuilles et des tiges (GREEN et KIM, 1991). |
| Chilli Veinal Mottle Virus ou CVMV (Fig. 13C) | -Des mosaïques jaunes ou des taches chlorotiques sur les feuilles de la tomate (KRISHANA REDDY et <i>al.</i> , 2001). |
| Virus de la mosaïque du tabac ou de tomate TMV « Tobacco Mosaic Virus, Tomato Mosaic Virus » (Fig. 13A) | -Des feuilles tachetées vert-jaune, des feuilles Enroulées. -une croissance chétive et des décolorations au niveau des fruits (MISSIAEN et <i>al.</i> , 1991). |

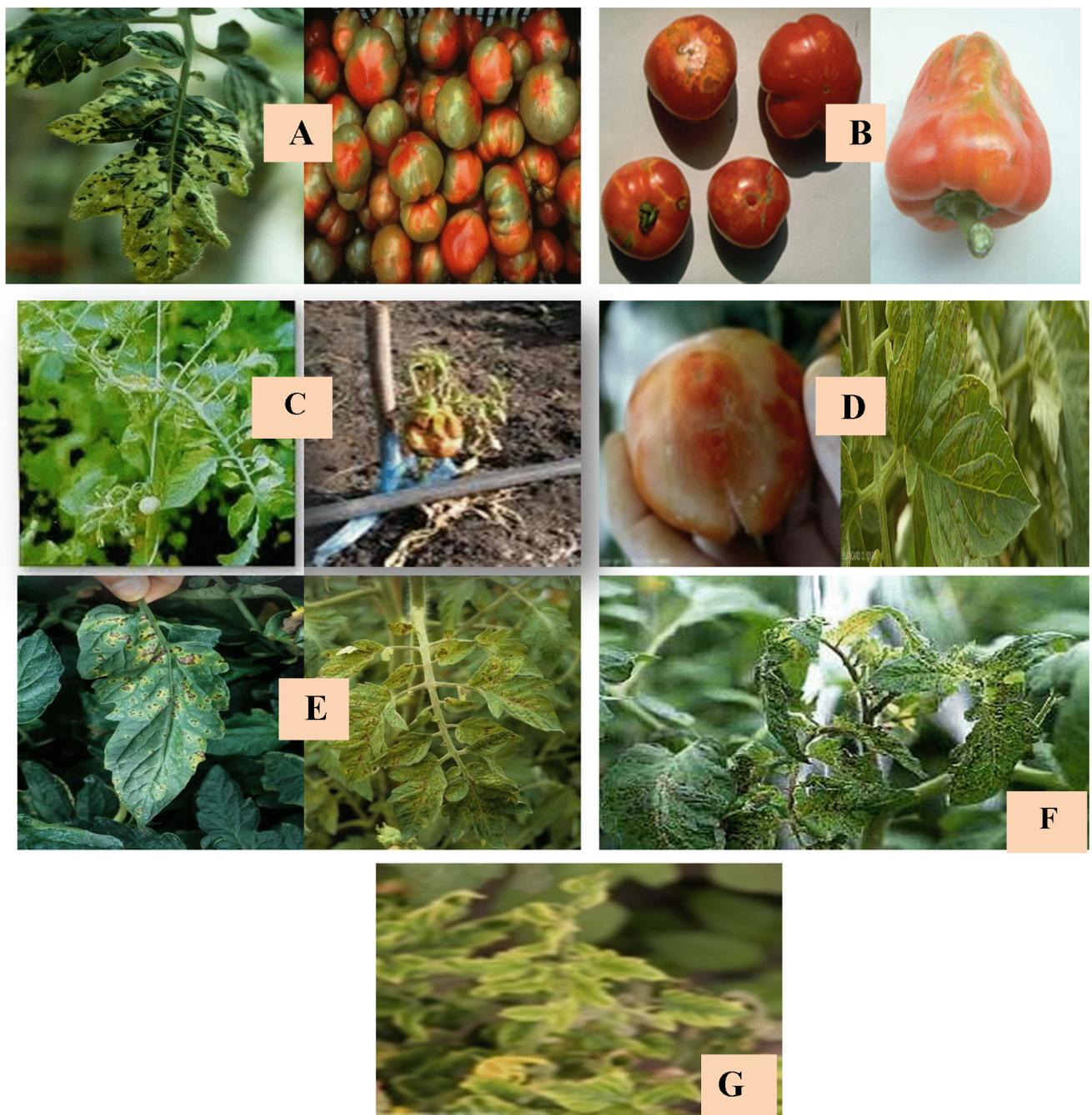


Fig. 13 : Différentes infections virales de la tomate. A) TMV sur feuilles et fruits de tomate ; B) CMV sur les fruits de tomate; C) CVMV sur fruit et feuilles de tomate (ANONYME, 2015) ; D) TSWV sur fruit et feuilles de tomate (ANONYME₂, 2013) ; E) PVMV sur les feuilles de tomate; F) PVY sur les plants de tomate ; G) Symptômes de TYLCV sur les feuilles de tomate (BLANCARD et *al.*, 2009).

7.2.6. Insectes ravageurs

Les insectes ne provoquent des dommages mécaniques que lorsqu'ils surviennent en grand nombre en piquant la plante et en suçant la sève, mais les virus qu'ils peuvent transmettre provoquent des dommages bien plus importants. Par ailleurs, les feuilles qui ont été blessées par des insectes deviennent plus sensibles aux infections par des maladies fongiques et bactériennes (REMILLET, 1988).

Parmi les insectes les plus inféodés à la culture de la tomate, on trouve :

Tableau XIII : Insectes ravageurs de la tomate.

| Insectes | Dégâts |
|--|---|
| Les mouches blanches (<i>Bemisia tabaci</i>) (fig. 14 A) | La mouche adulte est de couleur blanche tout comme les larves, elle se nourrit de la sève des feuilles. Elles déposent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les larves vont former un cocon dans lequel elles se métamorphosent (ANONYME, 2009). |
| Les pucerons (Aphidae) (Fig. 14B) | -Les pucerons sont des insectes mous, allongés, ailés ou sans ailes. - Ils produisent des dommages directs lorsqu'ils apparaissent en grands nombre sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres et ce sont des vecteurs de différents virus (ANONYME, 2004). |
| Thrips (Thripidae) (Fig. 14C) | -Les thrips sont des insectes très petits et généralement ailés. Ils déposent leurs œufs sur les feuilles. -Les thrips adultes déposent leurs excréments sur les feuilles en apparaissant comme des petits points noirs. -Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) (HOUAMEL, 2013). |
| Cicadelles (Cicadellidae) (Fig. 14D) | La cicadelle la plus commune qui ravage les cultures de tomates est la cicadelle de la pomme de terre. Elle dépose des œufs verts à forme de banane sur le côté inférieur des feuilles. Elle se nourrit de la sève de la plante (ANONYME, 2006). |
| Insectes lépidoptères | Papillons et noctuelles (Lepidoptera : <i>Helicoverpa armigera</i>) (Fig. 14E) Ce sont des ravageurs courants dans les cultures de tomates. Des œufs verts ou bruns sont déposés sur les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits. Les larves qui sortent des œufs se nourrissent des feuilles, des fleurs, des fruits et même des racines (DECLERT, 1990). |
| | Mineuse de la tomate : <i>Tuta absoluta</i> (Fig. 14F) Cet insecte est un papillon gris argenté avec des taches noires sur les ailes antérieures. Il se développe principalement sur la tomate mais aussi sur diverses autres espèces telles que la pomme de terre, l'aubergine, la poire, le melon et piments (BLANCARD et al., 2009). |

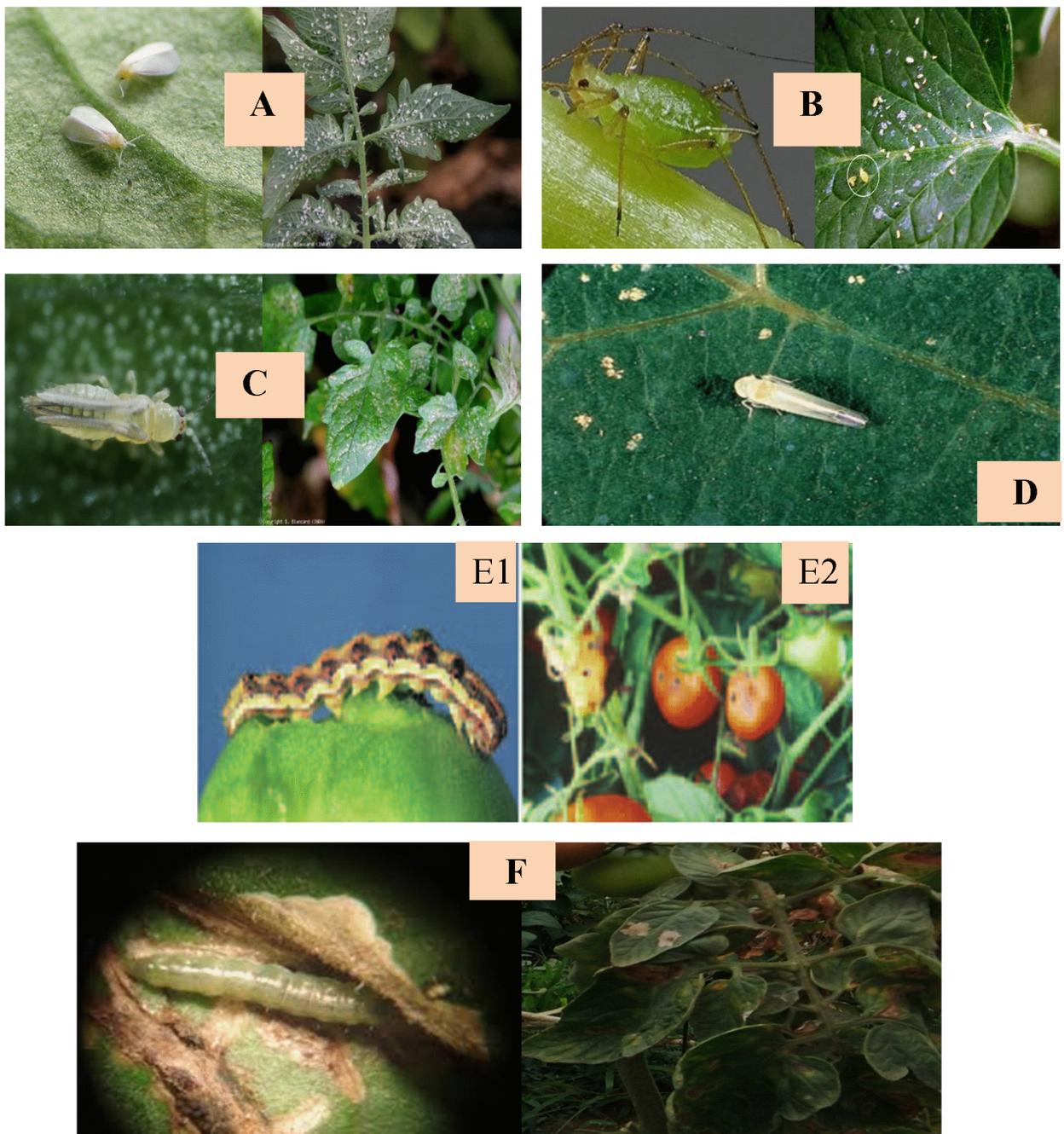


Fig. 14: Insectes ravageurs de la tomate. A) Colonie de mouches blanches sur le dessous d'une feuille (ANONYME, 2009) ; B1) Puceron sans ailes. B2) Groupe de pucerons sur le côté supérieur d'une feuille; C) Deux sortes de thrips différents ; D) Cicadelle sur une feuille de tomate (ANONYME, 2015) ; E1) Noctuelle du fruit ; E2) Dégâts sur les plants de tomates (MAZOLLIER *et al.*, 2001) ; F) Dégâts de la mineuse de la tomate sur les feuilles (ORIGINALE, 2014).

Chapitre III

Données bibliographiques sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

1. Origine et Répartition géographique du *Tuta absoluta*

Les Lépidoptère ravageurs des solanacées sont la cause de pertes importantes de production maraîchère en plein champ et sous serre. La famille des Gelechiidae comprend des espèces nuisibles de première importance telle que la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta* Meyrick 1917) (BALACHOWSKY, 1966).

Ce lépidoptère figure sur la liste A1 des organismes de quarantaine de l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (EPPO, 2014). Il est considéré comme le ravageur le plus redoutable de la tomate dans le Maghreb, particulièrement au Maroc (DPV, 2012).

Tuta absoluta est d'origine de l'Amérique du sud. Sa première apparition fut en Argentine en 1964, puis elle a été propagé vers d'autres pays de l'Amérique latine. En 2006 l'insecte a été détecté en Espagne dans la province de Castello. Durant 2007, il a été déclaré présent dans plusieurs pays du bassin méditerranéen, en 2008 *Tuta absoluta* a été signalé pour la première en fois au Maroc, Algérie et en France puis en Italie, Suisse, Portugal, Hollande, Malte, Tunisie et Lybie en 2009 (Fig.15) (OUARDI, 2010).

En Algérie, la mineuse de la tomate a été signalée au printemps 2008 près de Mostaganem (GUENAOUI, 2008). En 2009, 16 wilayas productrices de tomate sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El Taref, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi-Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) et actuellement ce ravageur est présent dans toutes les wilayas productrices de tomate (Fig. 16) (SENOUSSI, 2010).



Fig. 15 : Répartition géographique de *tuta absoluta* dans le monde (EPPO, 2014).

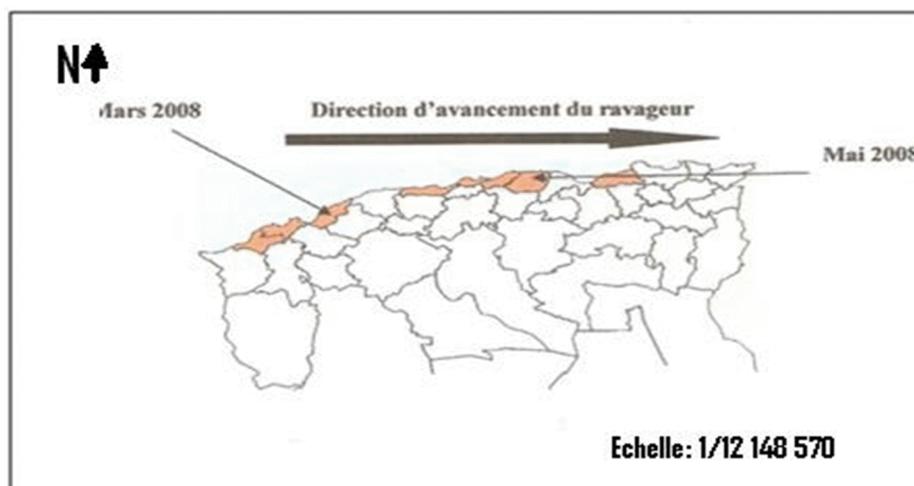


Fig. 16: Dissimination de l'espèce de *Tuta absoluta* en Algérie (ANONYME, 2008 in CHOUGAR, 2011).

2. Position taxinomique

Selon POLOVNY (1975), *T. absoluta* se classe comme suit:

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Règne : | Animalia |
| Embranchement : | Arthropoda |
| Classe : | Insecta |
| Ordre : | Lepidoptera |
| Sous-ordre : | Microlepidoptera |
| Super-famille : | Gelechioidea |
| Famille : | Gelechiidae |
| Sous famille : | Gelechiinae |
| Genre : | <i>Tuta</i> |
| Espèce : | <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917). |



Fig. 17: Adulte de la mineuse de la tomate (ORIGINALE, 2014).

3. Caractéristiques de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

La mineuse de la tomate *T. absoluta* est un insecte holométabole, dont il subit une métamorphose complète en passant par quatre stades de développement, à savoir les œufs, les quatre stades larvaires, la chrysalide et l'adulte FRANDON et *al.* (2010).

C'est un insecte dont la forme adulte est communément appelée papillon et dont la larve est une chenille. En état de larve, ce lépidoptère fabrique de la soie et forme ensuite souvent un cocon avant de se transformer en chrysalide. Au stade de l'imago, ce papillon a une longévité de 6 à 7 jours pour le mâle et de 10 à 15 jours pour la femelle, qui peut pondre jusqu'à 260 œufs durant cette période (SILVA, 2008).

L'adulte de *Tuta absoluta* se caractérise par deux paires d'ailes membraneuses recouvertes d'écailles colorées de couleur grise avec des taches marron sur les ailes antérieures, des antennes assez longues, et des pièces buccales de type suceur.

Les œufs sont de forme ovale, de couleur blanc et ils sont déposés de façon isolée sur la face supérieure ou inférieure des jeunes feuilles et sur les bourgeons.

Les larves passent par quatre stades larvaires après éclosion. Le premier stade est de couleur blanchâtre, les larves du 2ème stade et du 3ème stade sont de couleur verte et celles du 4ème stade sont rouges. Elles ont comme caractéristique une tête foncée. Les chenilles sont ravageuses ou mineuses.

La nymphe est de couleur marron est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux fabriqué à l'état larvaire (DPV, 2012).

4. Caractères d'identification de *Tuta absoluta*

Pour reconnaître *Tuta absoluta*, plusieurs éléments de détermination existent et qui sont :

4.1. Ailes de *Tuta absoluta* (Fig. 18)

Les adultes de *T. absoluta* possèdent des ailes postérieures trapézoïdales à apex pointu, alors

que les nervations alaires sont identiques à la famille des Gelechiidae (BADAoui, 2004).

La partie ventrale de l'adulte de *Tuta absoluta* est de couleur grise argentée avec des tache noires sur les ailes antérieures (TRAN, 1977).



Fig. 18 : Ailes de *Tuta absoluta* (EPPO, 2014).

4.2. Antennes de *Tuta absoluta* (Fig. 19)

L'adulte de *Tuta absoluta* possèdent des antennes filiformes (comme des perles d'antennes) de couleur grise avec des tâches noires (RAMEL, 2010).

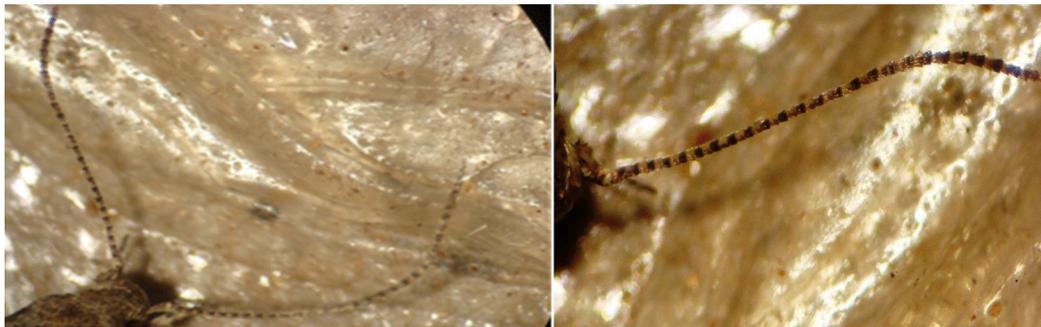


Fig. 19 : Antennes de *Tuta absoluta* (EPPO, 2014).

4.3. Tête larvaire de *Tuta absoluta* (Fig. 20)

Les larves de *Tuta absoluta* se caractérisent par une tête foncée (EPPO, 2014).



Fig. 20 : Tête larvaire de *Tuta absoluta* (EPPO, 2014).

4.4. Œuf de *Tuta absoluta* (Fig. 21)

L'œuf de *Tuta absoluta* est cylindrique de couleur blanc crème à jaune (EPPO, 2014).

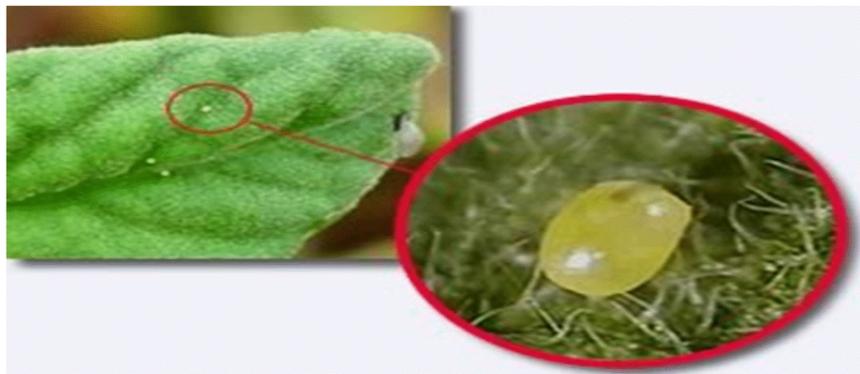


Fig. 21: Œuf de *Tuta absoluta* (EPPO, 2014).

4.5. Appareil génital

T. absoluta, dont l'étude du génitalia a été confirmée par les travaux de BADAOUÏ et BERKANI (2011), est un insecte avec de grandes potentialités de reproduction, lorsque la nourriture est disponible.

4.5.1. Génitalia mâle (Fig.22)

D'après BADAOUÏ et BERKANI (2011), l'appareil reproducteur des mâles est constitué de plusieurs pièces. Les pièces qui les différencient des autres lépidoptères dont la morphologie est similaire telle que la teigne de la pomme de terre, porte particulièrement sur les valves, le gnathos, le vinculum et le pénis.

Le génitalia mâle de la mineuse de la tomate est composé de deux valves aplaties, légèrement courbées avec une entaille dans leurs parties internes. Les parties centrales présentent une forte expansion en forme de dent.

Entre les deux valves on observe le gnathos. Pour la mineuse de la tomate, il est de forme arrondie à l'extrémité, très poilu à l'intérieur et il se place exactement à la même hauteur que les valves.

La partie basale du génitalia mâle est composée du vinculum. Le vinculum de la mineuse de la tomate est plus long que large.

Le pénis est le seul organe détachable du génitalia; au repos il traverse le vinculum, la transtila et arrive jusqu'au gnathos. L'édéage de la mineuse de la tomate est épais et est muni d'un organe crochu à son extrémité.

4.5.2. Génitalia femelle (Fig. 23)

Le canal copulateur de la mineuse de la tomate est indépendant de la bourse copulatrice qui a la forme d'un entonnoir conique dans ses deux tiers (BADAOUÏ et BERKANI, 2011)

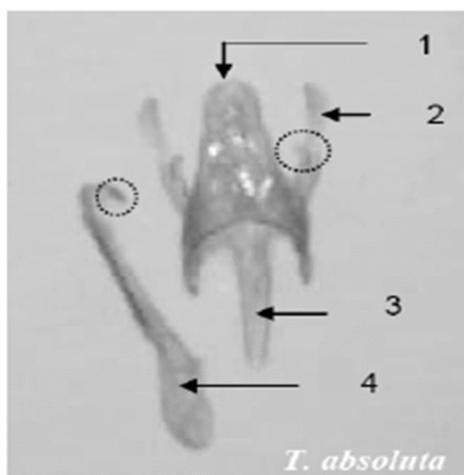


Fig. 22: Génitalia mâles de *T. absoluta*. 1: gnathos; 2: valve; 3: vinculum; 4: pénis ou édéage (BADAOUÏ et BERKANI, 2011).

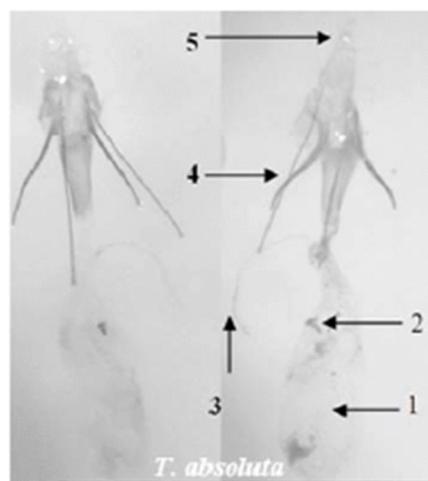


Fig. 23: Génitalia femelles de *T. absoluta*. 1: bourse copulatrice; 2: signum; 3: canal copulateur; 4: apophyse; 5: papilles anales (BADAOUÏ et BERKANI, 2011).

5. Stades de développement de *Tuta absoluta* (Fig. 24)

Tuta absoluta est un insecte holométabole et passe par 4 stades de développement, à savoir l'œuf, 4 stades larvaires, chrysalide et l'adulte (ROTH, 1974).

5.1. Œufs

Les œufs sont de forme ovoïde, de couleur blanc crème juste après la ponte et deviennent orange marron juste avant éclosion et mesurant environ 0,4 mm de long. Ils sont pondus le plus souvent de manière isolée, plutôt sur les faces inférieures et supérieures des feuilles mais aussi sur les jeunes fruits, le pétioles et les tiges. Ils sont déposés en général dans la partie supérieure des plantes. En pratique ils ne sont pas faciles à observer en cultures (RAMEL et OUDARD, 2008).

5.2. Larves

Les larves sont des chenilles mesurant de 0,6 à 8 mm de long. Elles ont 5 paires de « fausses pattes ». Les jeunes larves sont de couleur crème, puis, plus âgées, deviennent verdâtres, avec une tête plus foncée. En fin de quatrième stade, la larve présente une large bande rosâtre sur le dos ainsi qu'une bande noire derrière la tête. Elle ne s'alimente plus avant la nymphose. A ce dernier stade, la larve peut être observée au bout d'un fil. Elle tombe au sol pour se nymphoser. Elle peut aussi tisser un cocon blanc avant la nymphose lorsque celle-ci a lieu sur la plante, ou bien rester dans la mine et se transformer directement en chrysalide (RISSO et *al.*, 2011).

5.3. Chrysalide

La chrysalide de *Tuta absoluta* appelée aussi pupe est de couleur brune à forme cylindrique mesurant environ 4,3 mm de large et 1,1 mm de diamètre. De la chrysalide émerge l'adulte. Elle peut avoir lieu au sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines. Elle est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux (MERIGUET et ZAGATTI, 2001).

5.4. Adulte

Les adultes sont des papillons d'environ 5 à 7 mm de long, de couleur grise avec des taches marron sur les ailes et des antennes assez longues. Ils sont peu visibles en cours de journée. Leur activité est plus élevée en fin de journée ainsi qu'en lever du jour, et s'exerce plutôt en bas des plantes. Les mâles et les femelles (sex ratio) s'accouplent et la ponte débute 3 à 4 jours après. La longévité du mâle est de 6 à 7 jours et celle de la femelle est de 10 à 15 jours (OUARDI, 2010).

6. Biologie

Les caractéristiques biologiques dépendent beaucoup de la température (Tableau XIV). Le cycle de l'œuf à l'adulte est d'environ 1 mois à 25 °C et environ 3 semaines à 30 °C. Lorsque la température est plus faible, la durée de développement est nettement plus longue. Selon les conditions environnementales, le développement prend 76,3 jours à 14°C, 39,8 jours à 19,7°C et 23,8 jours à 27,1°C (BARRIENTOS *et al.*, 1998).

Le potentiel de reproduction est élevé, une même femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs au cours de sa vie. Sachant que la longévité des femelles est d'environ deux semaines et celle des mâles, une semaine. La longévité des adultes diminue également avec la température. Le seuil de développement du ravageur est de 7°C à 9°C selon les stades. Toutefois, à 4°C, des larves de *Tuta absoluta* se maintiennent en conditions de laboratoire. Des individus ont aussi été observés en serre dans le Sud de la France à des températures hivernales inférieures à 0°C. Des températures constantes de 35°C entraînent un arrêt du développement de *Tuta absoluta*. Par contre, son développement serait maintenu dès qu'il y a alternance des températures (ex. 25°C à 35°C). *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Il peut y avoir de 10 à 12 générations par an (MAHDI *et al.*, 2011).

Tableau XIV: Durée du cycle de développement de *Tuta absoluta* en fonction de la température (TROTTEIN-CAUDAL *et al.* 2010).

| T(° C) | Œufs (j) | Larves (j) | Chrysalides(j) | Total (j) | Adulte (j) |
|--------|----------|------------|----------------|-----------|------------|
| 15 | 10 | 36 | 21 | 67 | 23 |
| 20 | 7 | 23 | 12 | 42 | 17 |
| 22 | 6.1 | 13.5 | 10.1 | 29.5 | / |
| 25 | 4 | 15 | 7 | 27 | 13 |
| 27 | 3.2 | 9.5 | 8.2 | 21.1 | / |
| 30 | / | 11 | 6 | 20 | 9 |

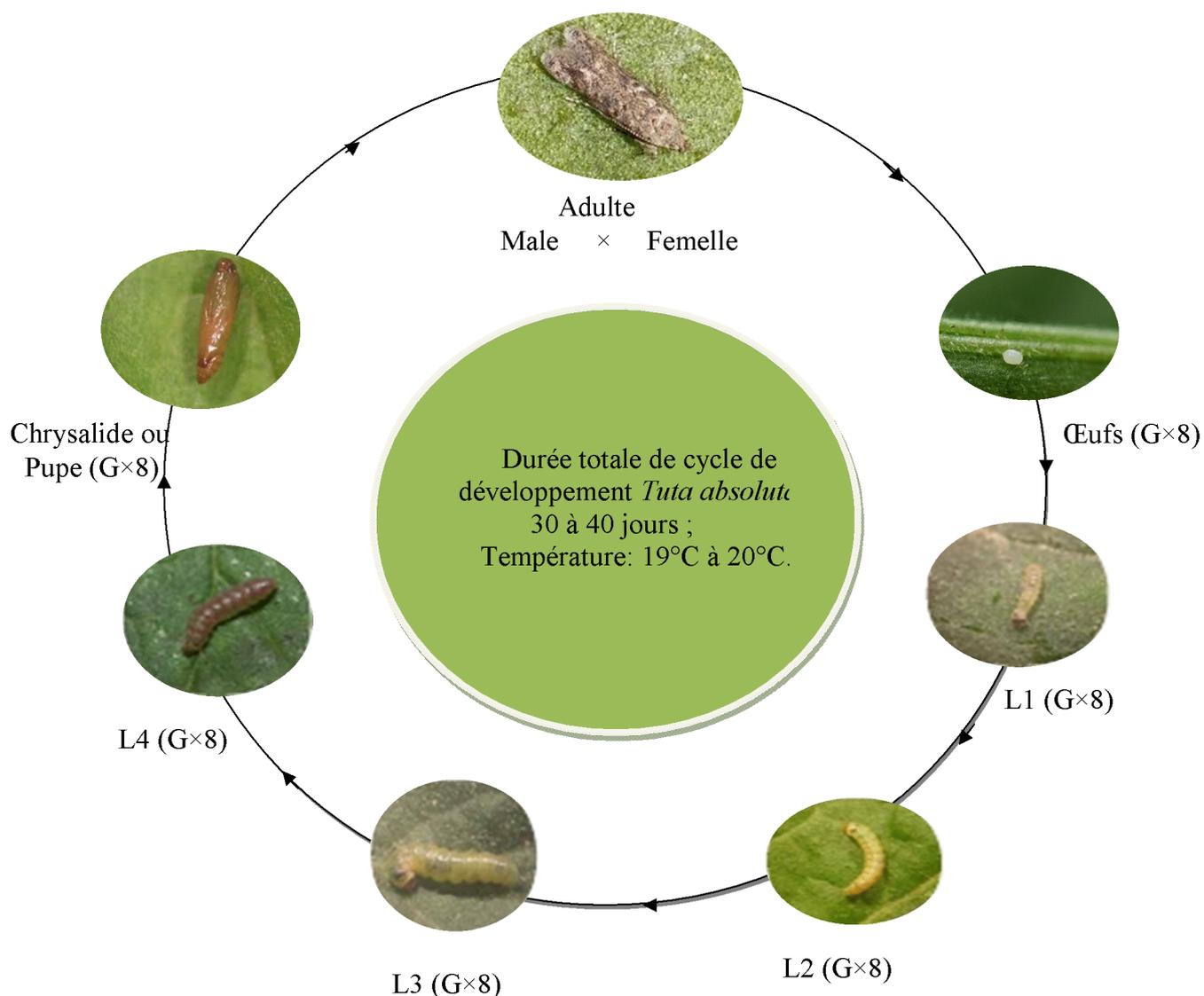


Fig. 24: Différents stades de développement de *Tuta absoluta* (ORIGINALE, 2014).

7. Plantes hôtes

La principale plante-hôte de *T. absoluta* est la tomate *Lycopersicon esculentum*, mais ce ravageur peut aussi attaquer la pomme de terre *Solanum tuberosum*, l'aubergine *Solanum melongena* et sur plusieurs adventives de la même famille comme la morelle noire *Solanum nigrum* et la stramoine *Datura stramonium* (PEREYRA et SANCHEZ, 2006).

8. Symptômes et dégâts causés par *Tuta absoluta* (Fig. 25)

Les larves de *Tuta absoluta* creusent des mines dans les feuilles, les tiges, mais aussi dans les fruits en formation ou dans les fruits mûrs. Les premiers dégâts peuvent être discrets. L'incidence économique des dégâts de *Tuta absoluta* sur tomates peut être très forte, allant jusqu'à une perte de 50 à 100% de la production sur les plants de tomates et sa présence peut également empêcher l'exportation des produits vers divers pays (REY et al., 2014).

RAMEL et OURAD (2008) rappellent qu'après un premier stade baladeur, la larve peut pénétrer dans tous les organes, quelque soit le stade de la plante

8.1. Sur feuilles

Les attaques se manifestent par l'apparition de galeries blanchâtres (seul l'épiderme de la feuille subsiste, le parenchyme étant consommé par les larves) renfermant chacune une chenille et ses déjections. Avec le temps les galeries se nécrosent et brunissent.

8.2. Sur tige ou pédoncule

Des dégâts sur tiges peuvent être observés, notamment sur les parties hautes des plantes (perforations sur l'apex, dessèchement de folioles). La nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes.

8.3. Sur fruits

Les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet.



Fig. 25 : Dégâts de *Tuta absoluta*. A) sur la feuille ; B) sur la tige ; C) sur le fruit (ORIGINALE, 2014).

9. Lutte contre la mineuse de la tomate

9.1. Prophylaxie et mesure préventives

Selon BARRIENTOS et *al.* (1998), en agriculture biologique tout comme en protection biologique intégrée, la prophylaxie est la base des stratégies de protection contre *Tuta absoluta*.

Ces mesures préventives concernent notamment les aspects suivants:

- Les rotations avec des cultures non hôtes de *Tuta absoluta* (ex. : salades).
- Les interventions pendant l'inter-culture : ex. solarisation.
- Le travail du sol : une bonne préparation du sol permet de réduire le nombre de chrysalides restées dans le sol. Une solarisation devrait avoir un effet similaire.
- Le désherbage : élimination des plantes hôtes dans la serre et aux abords (ex. morelle noire).
- Le suivi et l'entretien des pièges de détection à phéromones.
- L'élimination manuelle des premières feuilles touchées.
- L'élimination régulière et destruction des déchets végétaux et des fruits infestés, en évitant de les stocker à proximité des abris.

9.2. Lutte biologique

BODENDÖRFER et *al.* (2011) rappellent que Les auxiliaires autochtones présentent un grand intérêt dans la lutte contre *Tuta absoluta*. Citons les 3 punaises prédatrices :

-*Macrolophus sp.* (Si la température est comprise entre 15 et 28°C).

-*Nesidiocoris sp.*

-*Dicyphus sp.*

Certaines sociétés proposent *Trichogramma achaea* comme parasite des œufs de *Tuta absoluta*. D'après les essais réalisés en 2010, le Trichogramme apparaît comme un bon outil en complément des lâchers de *Macrolophus*. La stratégie reste à préciser (RISSO et al., 2011).

9.3. Lutte biotechniques

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *Tuta absolut* à l'aide des pièges à phéromones sexuelles, à glue, à eau et des pièges lumineux (IDRENMOUCHE, 2011). Un entretien régulier est indispensable (changement des capsules de phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide). Les pièges sont idéalement repartis de manière homogène au niveau bas des plantes avec un piège/400m² (BODENDÖRFER et al., 2011).

9.4. Lutte chimique

Pour lutter contre ce fléau, les tomaticulteurs disposent de plusieurs armes, dont, en dernier recours, des insecticides visant les chenilles cheminant hors de leurs mines. Les populations de *Tuta absoluta* sont déjà résistantes à la plupart des insecticides à large spectre, un héritage de leur vie sud-américaine (FRAVAL, 2009). En France les matières actives utilisables pour lutter contre ce ravageur sont: Abamectine, Cyromazine et Pipéronyl butoxyde 120g/l + Pyrethrines 24g/l (ANONYME₂, 2011).

10. Ressemblances des insectes

La mineuse de la tomate se confond avec trois types d'espèces qui causent des dégâts considérables sur les solanacées, notamment sur la culture tomate.

10.1. Mouche mineuse de la tomate (*Liriomyz abrioniae*) (Fig. 26)

Elle creuse des mines allongées avec des déjections tout le long de la mine, contrairement aux mines creusées par *tuta absoluta* en formant des plages blanches avec des déjections concentrées dans un coin (ANONYME₂, 2010).

10.2. Teigne de la pomme de terre (*Phthorimea operculella*) (Fig. 27)

Les adultes de la teigne de la pomme de terre et de la mineuse de la tomate, par leur ressemblance puissent prêter à confusion, la comparaison des génitalia de ces deux insectes montre clairement qu'il s'agit bien de deux espèces différentes (BADAOUÏ, 2004).

10.3. Teigne guatémaltèque de la pomme de terre (*Tecia solanivora* ou *Scrobipalposis solanivora*)

C'est un insecte qui appartient à la même famille que celle de la mineuse de la tomate, dont les chenilles sont des ravageurs des tubercules de pomme de terre. Elles creusent des galeries superficielles et profondes rendant de ce fait les tubercules inconsommables (Fig. 28) (MERIGUET et ZAGATTI, 2001).



Fig. 26 : Galeries creusées par la mineuse de la tomate et la mouche mineuse (ANONYME₂, 2010).



Fig. 27: Teigne de la pomme de terre (ANONYME, 2015).



Fig. 28 : Galeries sur pomme de terre (ANONYME, 2015).

Chapitre III

Partie expérimentale

1. Objectif

Notre étude a pour objectif de suivre la bioécologie d'une espèce de Gelechiidae *Tuta absoluta*, appelée communément la mineuse de la tomate.

Notre travail a été réalisé sous les conditions de serre sur trois variétés hybrides de tomate Cartier, Tomallow et Tavira à Azeffoun, une région du littoral Kabyle.

Des observations sur des parcelles sont portées sur la dynamique des populations pour déterminer le nombre de génération et d'anticiper la variété la plus résistante vis-à-vis de cet insecte.

2. Présentation de la zone d'étude (Fig. 29)

Notre étude a été réalisée au village de M'letta à 4 km de la ville d'Azeffoun (Tizi-Ouzou), à une altitude de 50 m. L'essai a été réalisé dans deux sites différents de cette région, il s'agit de deux exploitations agricoles privées distantes l'une de l'autre d'environ 1000 mètres, elles sont ainsi séparé par la route nationale N° 24.

2.1. Site des deux variétés Cartier et Tomallow (Fig. 30A)

L'exploitation agricole de M. Challal est située du côté du littoral, une centaine de mètres seulement la sépare du bord de la mer. La parcelle expérimentale est composée de 5 serres, dont 03 serres de tomate et deux serres de poivron.

La serre a une longueur de 50 m, une largeur de 8 m et une hauteur de 4 m. Elle contient trois variétés de tomate Cartier, Tomallow et Dawson, notre présente étude portera sur les deux premières variétés. Les techniques culturales utilisées sont : Le labour, le binage, le désherbage et l'irrigation.

Durant les semaines d'étude, il y'a eu utilisation des fongicides contre le mildiou, le botrytis, l'oïdium ainsi que des phéromones sexuelles contre la mineuse de la tomate. La présence de mauvaises herbes dans la serre des deux variétés Cartier et Tomallow est rare, preuve d'un bon suivi et d'un bon entretien de la part des agriculteurs.

2.2. Site de la variété Tavira (Fig. 30B)

L'exploitation agricole familiale des Chekai est distante d'environ 1 km du premier site. La parcelle expérimentale est composée de 5 serres et dont une seule uniquement est exploitée pour la culture de la tomate, de la variété Tavira.

Les techniques culturales utilisées dans la serre sont l'irrigation, le binage et le désherbage (ces deux dernières techniques ne sont pas couramment utilisées). Des traitements phytosanitaires sont également utilisés contre les maladies fongiques : telles que le mildiou, le botrytis et l'alternariose. Des pièges à phéromone sexuelle ont été placés pour capturer les mâles adultes de *Tuta absoluta*. Nous notons une négligence quasi-totale au niveau de la serre, avec des arrachages de plants de tomate pendant la cueillette des fruits, ou au cours de vérification de piège à phéromone.

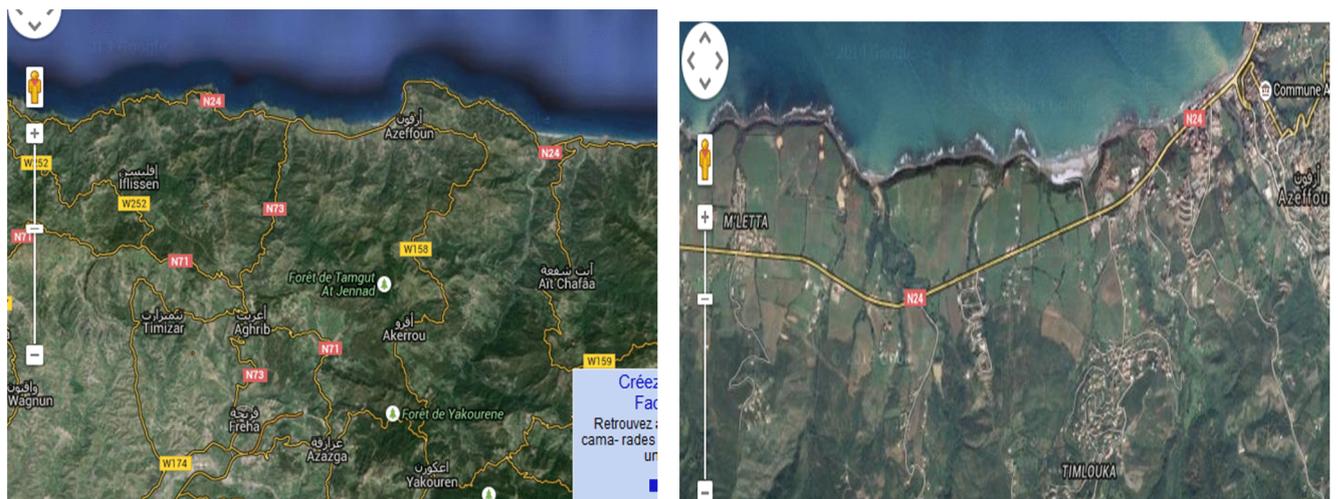


Fig. 29: Situation géographique de la zone d'étude (ANONYME, 2005)



Fig. 30: Les deux sites d'études. A : Site des deux variétés Cartier et Tomallow. B : Site de la variété Tavira (ANONYME, 2005).

3. Contexte climatique de la zone d'étude

Les températures (moyennes, minimales et maximales), les humidités relatives moyennes de notre région d'étude (Azeffoun) durant l'année 2014 sont représentées dans le tableau XV (annexes).

3.1. Température

Les températures minimales et moyennes les plus faibles sont enregistrées au mois d'Avril avec 13,3°C et 16,9°C respectivement, tandis que les plus élevées sont enregistrées au mois de Juillet avec 22,5°C et 26,5°C respectivement.

3.2. Humidité relative de l'air

Le mois le plus humide est le mois d'Avril avec un taux moyen mensuel de 85%, par contre le mois de Juillet représente le mois le moins humide avec un taux moyen mensuel de 80%.

4. Matériels et méthodes

4.1. Sur le terrain

4.1.1. Matériel végétal

Pour cette présente étude trois variétés hybrides de tomate nous ont été proposées : Cartier, Tomallow et Tavira

4.1.1.1. Caractéristiques des trois variétés hybrides de tomate

La variété Cartier (Fig. 31A) a des fruits ronds, légèrement aplatis au collet avec un calibre assez gros. A maturité, ils ont une couleur rouge. C'est une variété très productive.

La variété Tomallow (Fig. 31B) a des fruits ronds, de couleur rouge orangé. Ils sont d'un calibre moyen et d'un poids faible. Ils sont moins infestés. C'est une variété tardive et moins productive.

La variété Tavira (Fig. 31C) a des fruits ronds, légèrement aplatis, de couleur jaune orangée à rouge. Ils ont une saveur acidulée et moyennement sucrée. Le rendement est assez bon.



Fig. 31 : Photos des trois variétés de tomate étudiées. A: Cartier; B: Tomallow. C: Tavira (ORIGINALE, 2014).

4.1.2. Pièges à phéromones (Fig. 32A)

Selon DUVIARD et ROTH (1973), l'utilisation des pièges à eau s'est avérée très fructueuse pour l'étude des populations d'insectes en milieu herbacé tempéré.

Ces pièges de capture sont des récipients remplis d'eau, au dessus desquels sont fixées les capsules de phéromones. Ils sont utilisés pour capturer les adultes mâles qui seront attirés par la phéromone sexuelle femelle.

Ces récipients sont placés aussi près que possible de la végétation, soit au sol en herbe rase, soit sur des plateaux fixés à des piquets (LEBERRE et ROTH, 1969). Durant la période expérimentale, les pièges à phéromones sont placés à 1,5 m de hauteur des plants car d'après ABBES et CHERMITI (2011), le niveau des captures commence à diminuer à partir de cette hauteur. Un seul piège est placé dans chacune des deux serres. Nous comptabiliserons le nombre de papillons mâles de *Tuta absoluta* capturés chaque semaine. A noter que les capsules de phéromone sont renouvelées toutes les 4 semaines.

4.1.4. Piège adhésif (Fig. 32B)

Les pièges adhésifs sont constitués de bande de papier, ayant un côté imprégné de matière collante permettant la capture des insectes adultes. Ce piège est placé à l'entrée de la serre à 2 m de hauteur.



Fig. 32 : Différents pièges utilisés. A : Piège à eau avec capsule à phéromones. B : Piège adhésif (ORIGINALE, 2014).

4.1.3. Hygrothermomètre (Fig, 33A)

L'hygrothermomètre est un appareil de mesure qu'on place à l'intérieur de la serre pendant l'échantillonnage. Il se place par terre en milieu de serre pour enregistrer la température et le taux d'humidité dans la serre chaque semaine.

4.2. Au laboratoire

Une loupe binoculaire a été utilisée pour l'identification des œufs, des larves et les chrysalides (Fig. 33B). Des pinces ont été utilisées pour identifier le type des larves à l'intérieur des mines et pour dénombrer ces dernières.

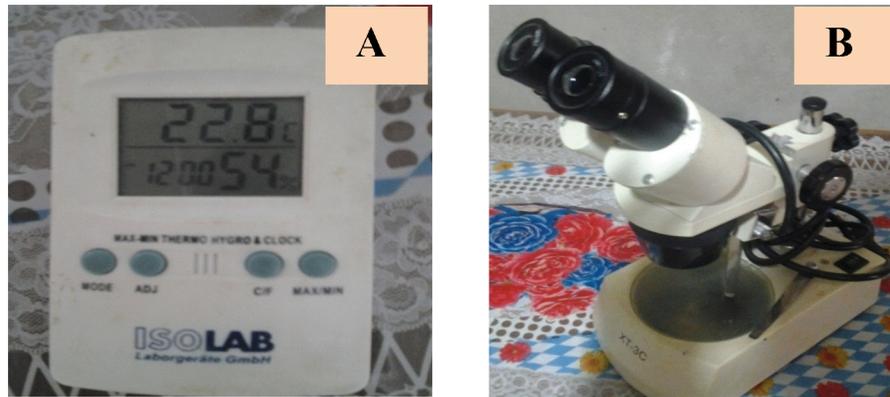


Fig. 33 : Matériels utilisés. A : Hygrothermomètre ; B : Loupe binoculaire (ORIGINALE, 2014).

III.5. Méthodes de prélèvement

Au cours de toute la période expérimentale, un prélèvement des feuilles a été effectué chaque semaine dans chacune des deux serres. Notre échantillonnage est de type systématique. Nous avons prélevé cent cinquante feuilles de chaque variété. 50 feuilles sont prélevées de chaque étage foliaire (F1 : haut, F2 : milieu, F3 : bas).

Après l'échantillonnage, les folioles sont gardées dans des sacs en plastiques étiquetées, mises au frais pour éviter leur dessèchement. A l'intérieur des deux serres, un seul piège à eau est placé au milieu, pour capturer les adultes mâles afin de les compter. En plus de ce piège, la serre de la famille Chekai possède un autre piège adhésif qui attire les adultes mâles de *Tuta absoluta*.

6. Résultats

6.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité chez les trois variétés (Fig. 34)

Le nombre d'adulte mâles capturés, les valeurs des températures et les taux d'humidités enregistrées sont représentés dans les tableaux XVI, XVII et XVIII (annexes).

III.6.1.1. Serre à variétés Cartier et Tomallow

Le nombre d'adulte mâles capturés dans cette serre qui contient les deux variétés Cartier et Tomallow a subi des fluctuations, durant tous les mois qu'a duré l'échantillonnage. Après une semaine de mise en place des pièges à phéromone, on a capturé 05 individus, sous une température maximale de 26,5°C et un taux d'humidité qui a atteint sa valeur la plus basse, évalué à 45%. Un nombre maximum de 92 individus mâles capturés est enregistré le 02 Juin, sous une température de 17,7°C et un taux d'humidité de 82%. 03 adultes uniquement ont été capturés le 21 Juillet sous une température maximale de 38,5°C.

Les températures ont subi de légères fluctuations, la plus petite valeur est de 17,7°C et qui a été enregistrée le 02 Juin, tandis que la plus grande valeur a été estimée le 21 Juillet à une valeur de 38,5°C.

Le taux d'humidité a subi de fortes fluctuations durant les huit premières semaines. Le taux d'humidité le plus élevé a été estimé à 94% et il a été enregistré le 12 Mai.

6.1.2. Serre à variété Tavira

Le nombre d'adultes capturés durant toute la période de l'échantillonnage a subi également des fluctuations. Un nombre maximum de 72 adultes mâles a été enregistré le 02 Juin, sous une température minimale de 17,8°C et un taux d'humidité de 85%.

Les températures ont subi des légères fluctuations, la plus grande valeur est de 37,6°C enregistrée la dernière semaine.

L'humidité dans cette serre a subi des fortes fluctuations notamment au cours des six premières semaines, une valeur maximale a été enregistrée le 12 Mai, elle est évaluée à 97%. A partir du 02 Juin, le taux d'humidité commence à diminuer, jusqu'à atteindre sa valeur minimale à la dernière semaine, elle est estimée à 39%.

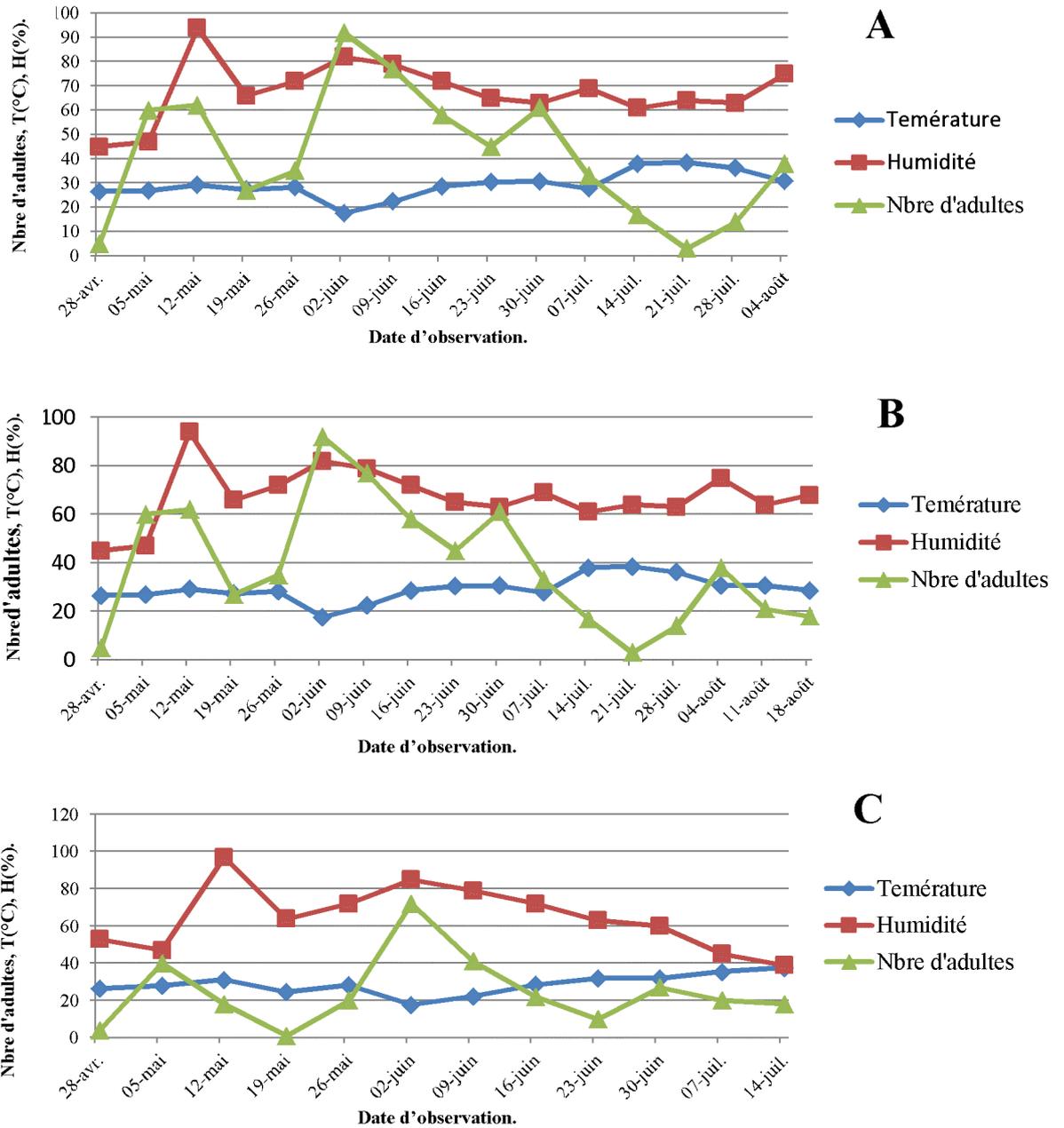


Fig. 34: Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidités chez les trois variétés de tomate. A: Cartier; B: Tomallow; C: Tavira.

6.2. Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des trois variétés (Fig. 35)

Pour vérifier s'il y a une relation significative entre la température et le nombre d'adultes mâles capturés de *T. absoluta*, nous avons opté pour le test de la régression linéaire, avec un coefficient de régression $R^2 = 0,75$, et une hypothèse H_0 qui est la suivante :

H_0 : La température n'influe pas sur le nombre d'adultes mâles capturés.

L'hypothèse sera rejetée si $R^2 \geq 0,75$. On a les résultats suivants :

Pour la variété Cartier : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,53$.

Pour la variété Tomallow : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,49$.

Pour la variété Tavira : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,29$.

$R^2 < 0,75$ donc l'hypothèse H_0 est acceptée.

Donc, à partir de ce test nous avons conclu l'absence de la relation significative entre la température et le nombre d'adultes mâles capturés, autrement dit, la température n'influence pas sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés.

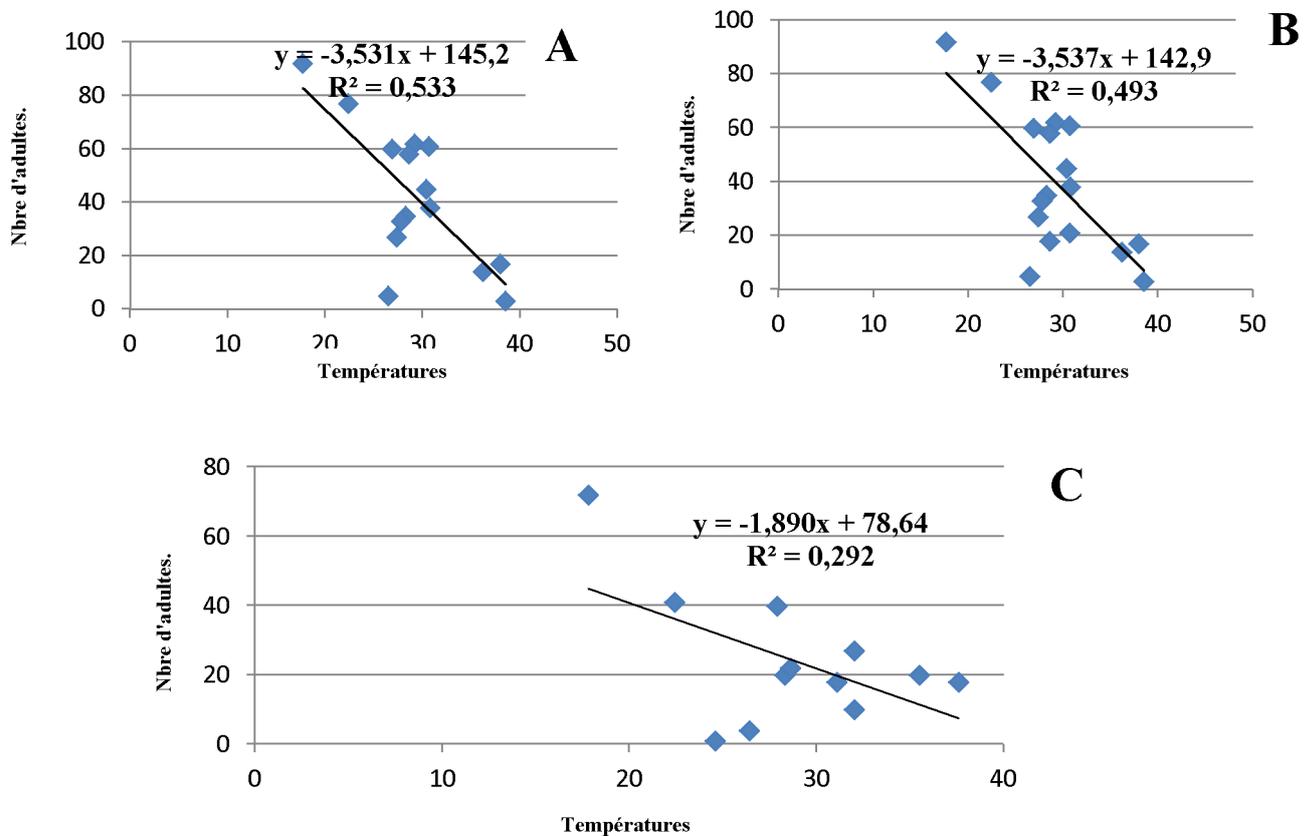


Fig. 35 : Influence des températures sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés de tomate
A: Cartier, B: Tomallow, C: Tavira.

6.3. Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans les serres des trois variétés (Fig. 36)

Pour vérifier s'il y a une relation significative entre l'humidité et le nombre d'adultes mâles capturés de *T. absoluta*, nous avons opté pour le test de la régression linéaire, avec un coefficient de régression $R^2 = 0,75$, et une hypothèse H_0 qui est la suivante :

H_0 : L'humidité n'influe pas sur le nombre d'adultes mâles capturés.

L'hypothèse sera rejetée si $R^2 \geq 0,75$. On a les résultats suivants :

Pour la variété Cartier : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,28$.

Pour la variété Tomallow : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,27$.

Pour la variété Tavira : le coefficient obtenu est $R^2 = 0,10$.

$R^2 < 0,75$ donc l'hypothèse H_0 est acceptée.

Donc, à partir de ce test nous avons conclu l'absence de la relation significative entre le taux d'humidité et le nombre d'adultes mâles capturés, autrement dit, l'humidité n'influence pas sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés

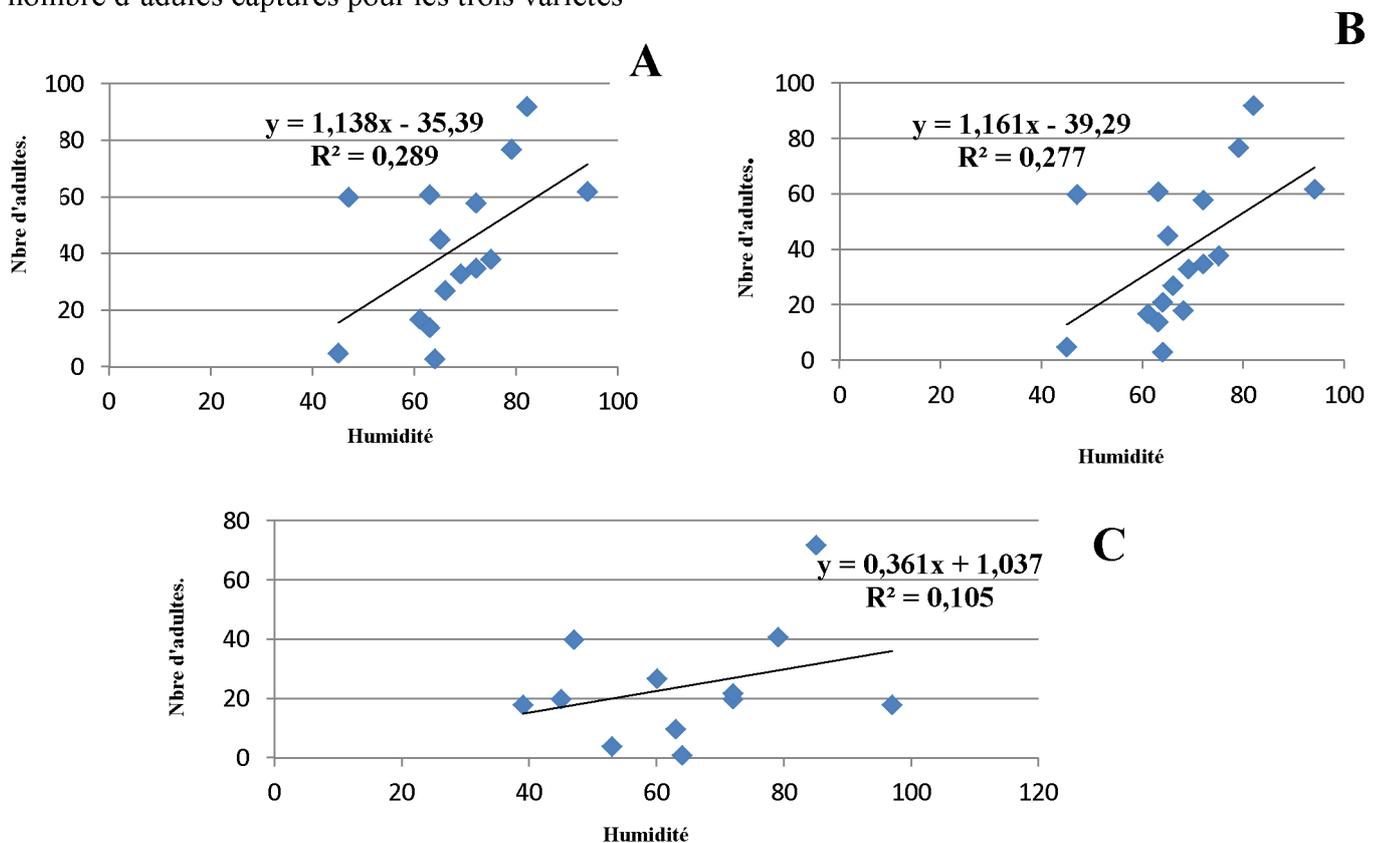


Fig. 36 : Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes capturés pour les trois variétés de tomate
A: Cartier, B: Tomallow, C: Tavira.

6.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez les trois variétés de tomate (Fig. 37)

L'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez les trois variétés de tomate est représentée dans les tableaux XVI, XVII et XVIII (annexes).

6.4.1. Chez la variété Cartier

La densité des œufs pondus par foliole a subi plusieurs pics durant toute la période qu'a duré notre étude. La première semaine, nous avons constaté une absence totale d'œufs pondus. Les premiers œufs ont été comptabilisés la deuxième semaine avec une densité relative de 0.02. A partir de cette semaine plusieurs pics se succèdent, dont on en a dénombré 5 pics. La plus grande densité a été enregistrée le 19 Mai avec une valeur de 0.04 qui correspond à 6 œufs.

6.4.2. Chez la variété Tomallow

Durant les deux premières semaines de l'échantillonnage, les folioles sont totalement dépourvues d'œufs. Le premier œuf n'a été observé qu'à partir du 12 Mai. Le nombre d'œufs pondus par foliole s'élève la quatrième semaine, pour atteindre le pic le plus élevé avec une densité relative de 0.086 qui correspond à 13 œufs. A partir de cette semaine, une chute remarquable a été observé avec une succession de trois pics jusqu'à l'absence total d'œuf, au cours de la dernière semaine.

6.4.3. Chez la variété Tavira

Sur cette variété nous avons noté la présence d'un seul œuf pendant la première semaine de l'échantillonnage. Une augmentation en nombre d'œuf pondus au cours de la deuxième et de la troisième semaine a été notée, avec une densité relative évaluée à 0.06 correspondant à 9 œufs. Un deuxième pic a été enregistré le 26 Mai avec 6 œufs. On a remarqué une diminution de nombre d'œufs pondus durant toutes les semaines qui suivirent. Aucun œuf n'a été comptabilisé au cours de deux semaines successives, à savoir le 23 Juin et 30 Juin. Le dernier pic a été enregistré le 07 Juillet avec une densité de 0.026. Cette densité s'annule complètement pendant la dernière semaine de notre étude.

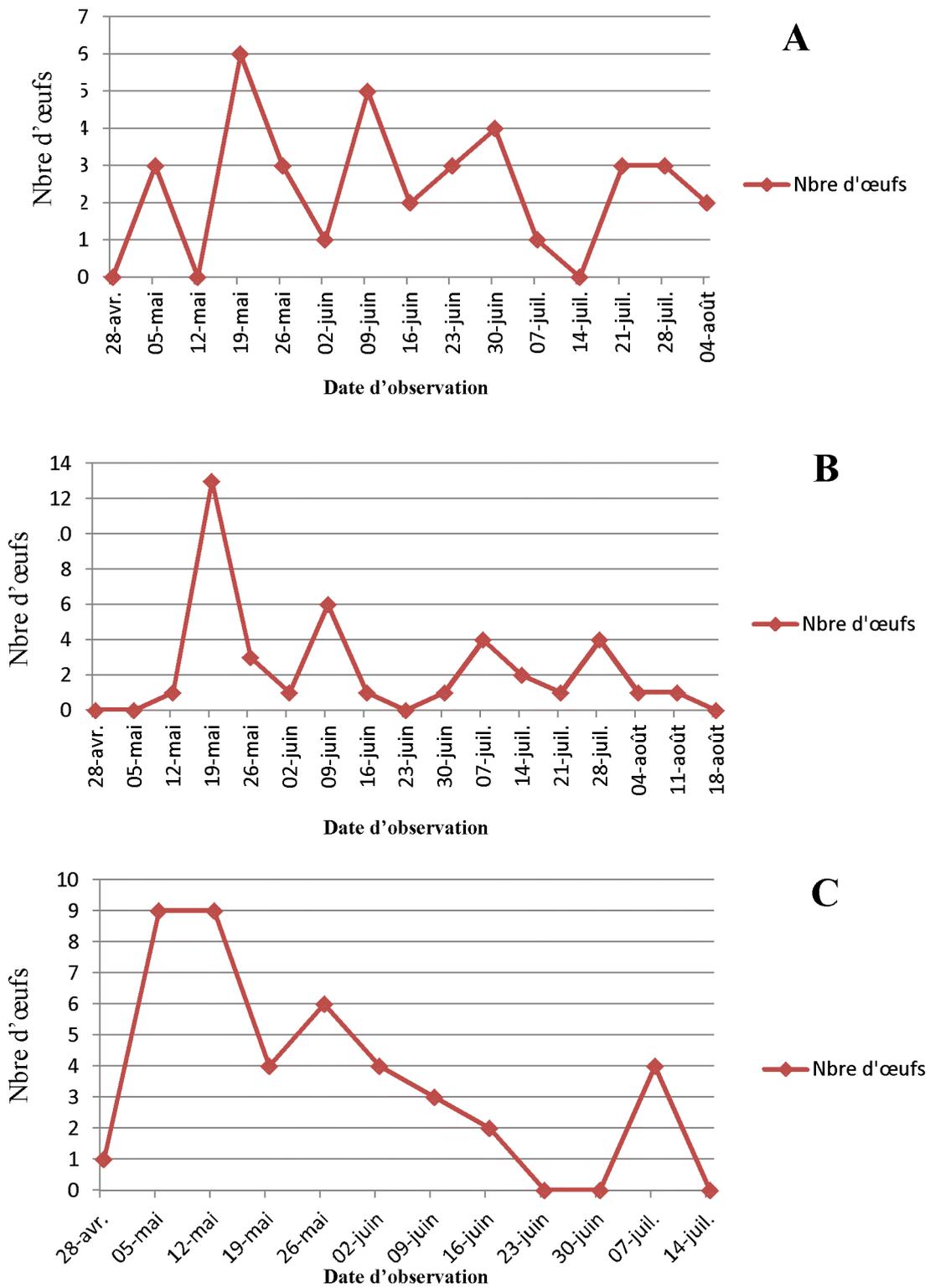


Fig. 37: Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez les trois variétés de tomate. A : Cartier. B : Tomallow. C : variété Tavera.

6.5. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles chez les trois variétés de tomate (Fig.38)

L'évolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles chez les trois variétés de tomate est représentée dans les tableaux XVI, XVII et XVIII (annexes).

6.5.1. Chez la variété Cartier

Au cours de la première semaine de notre étude, l'infestation est nulle pour les deux faces de folioles.

Le graphe représentant la face supérieure enregistre 04 pics distincts, le premier pic s'étale sur deux semaines consécutives aux dates du 19 et 26 Mai et le deuxième pic est observé le 09 Juin, les deux pics ont une valeur maximale de 0,013 œufs par surface foliaire. Une densité d'œufs pondus de moindre importance, ayant une valeur de 0,006 a été notée pour le troisième pic enregistré le 30 Juin et pour le quatrième pic qui s'étale sur trois semaines consécutives, aux dates du 21, 28 Juillet et 04 Août.

Le graphe représentant la face inférieure enregistre 05 pics distincts. Une valeur estimée de 0,02 a été marquée pour trois pics enregistrés le 05 Mai, le 09 Juin et au cours des deux semaines consécutives aux dates du 23 et 30 Juin. Une valeur maximale de 0,026 a été marquée le 19 Mai. Le cinquième pic est d'une densité estimée à 0,013, il s'étend sur deux semaines successives aux dates du 21 et 28 Juillet.

Le graphe nous indique clairement que la face inférieure des feuilles est plus infestée que la face supérieure chez la variété Cartier.

6.5.2. Chez la variété Tomallow

Aucune infestation n'a été observée sur les faces des folioles et ce n'est qu'à partir de la troisième semaine que les premières infestations ont apparues.

Le graphe représentatif de la face supérieure enregistre 04 pics différents. Le premier pic a une valeur minimale de 0,013 œufs pondus noté le 19 Mai. Le deuxième pic a été enregistré le 09 Juin avec

une densité estimée à 0,02, tandis que le troisième et le quatrième pic ont une même valeur maximale estimée à 0.026 enregistrée consécutivement le 07 et 28 Juillet.

Le graphe représentatif de la face inférieure enregistre également 04 pics différents. Le premier pic est observé le 19 Mai, avec une densité maximale de 0,073 d'œufs pondus. Une valeur minimale de 0,02 a été notée le 09 Juin. Le dernier pic a une valeur estimée à 0,026 noté le 28 Juillet.

Le graphe nous indique clairement que la face inférieure des feuilles est plus infestée que la face supérieure chez la variété Tomallow.

6.5.3. Chez la variété Tavira

Les faces supérieures de la variété Tavira ont été infestées dès la première semaine de notre étude, tandis que les faces inférieures n'ont été atteintes qu'à partir de la deuxième semaine.

Le graphe représentatif de la face supérieure enregistre 02 pics différents. Le premier pic a été noté le 05 Mai, avec une densité de 0,033 d'œufs pondus, tandis que le deuxième pic a été noté le 07 Juillet, avec une valeur de moindre importance estimée à 0,006.

Le graphe représentatif de la face inférieure enregistre 03 pics distincts. Le premier pic ayant une valeur maximale de 0,04, enregistré le 12 Mai. Le deuxième pic a été noté le 26 Mai avec une valeur estimée de 0.026 d'œufs pondus. Le dernier pic a une densité minimale évaluée à 0,02 le 07 juillet.

A partir de ce graphe, on conclue que les deux faces des folioles sont infestées chez la variété Tavira.

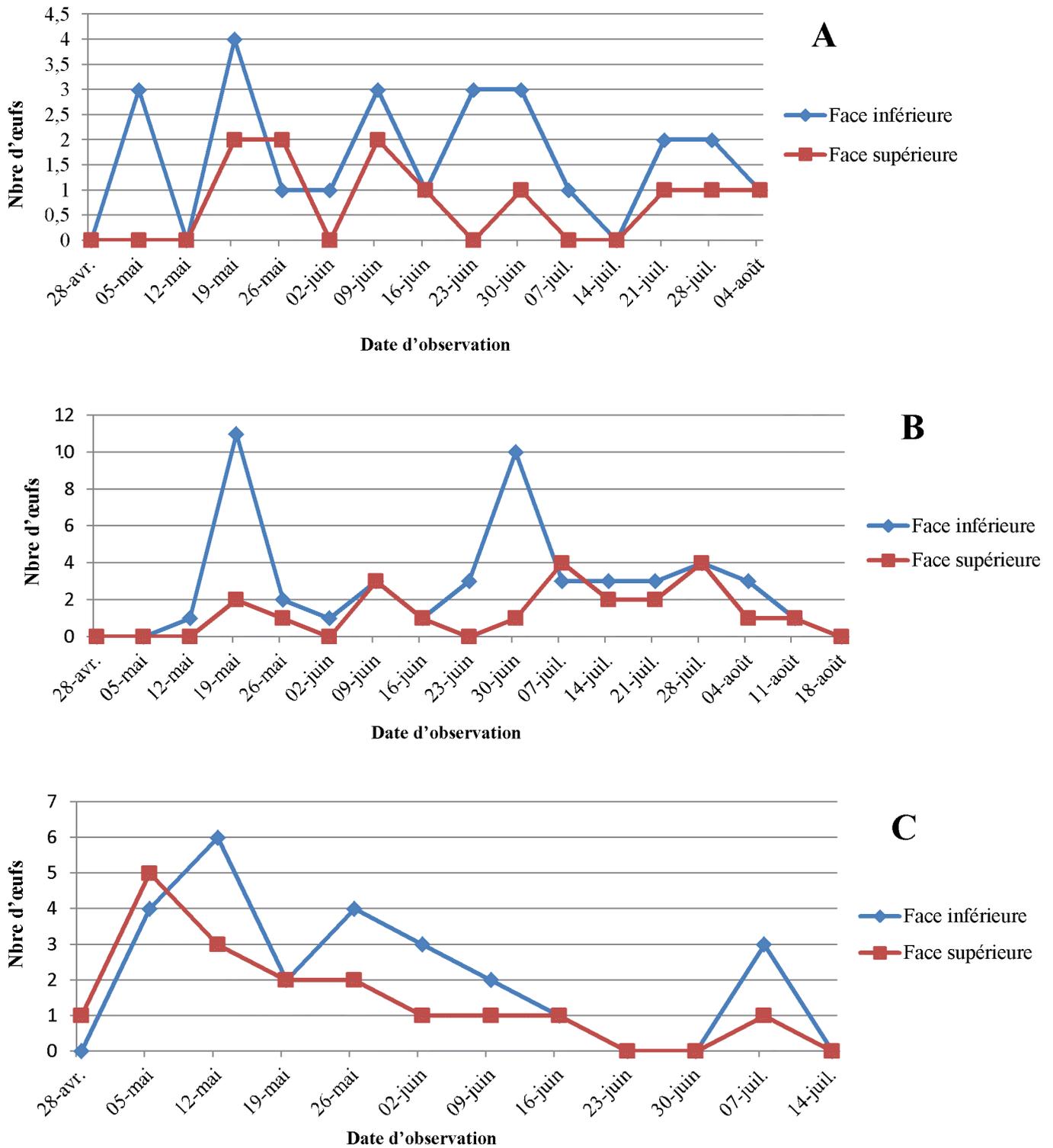


Fig. 38 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles des trois variétés de tomate. A : Cartier; B : Tomallow; C : Tavira.

6.6. Evolution temporelle du nombre des 4 stades larvaires et chrysalides des trois variétés (Fig. 39)

Le nombre de larves des 4 stades larvaires ainsi que celui des chrysalides est représenté dans les tableaux XVI, XVII et XVIII (annexes).

6.6.1. Chez la variété Cartier

Au début de l'étude, nous avons constaté une absence totale des larves L_1 . La première larve a été observée le 26 Mai. A partir de cette date nous avons noté trois pics. Nous avons observé une seule larve qui s'étale sur trois semaines consécutives aux dates du 26 Mai, 02 et 09 Juin pour le premier pic et aux dates du 23 et 30 Juin pour le deuxième pic. Le troisième pic avec un maximum de 08 larves du stade L_1 , est enregistré le 21 Juillet. A partir de cette date, on notera une baisse progressive des larves du stade L_1 tout au long des semaines qui suivirent, jusqu'à absence total de ce stade la dernière semaine.

Aucune larve L_2 n'a été observée durant la première semaine. La première larve fut observée le 05 Mai. Les trois premiers pics représentant du stade L_2 avec 02 larves correspondant aux dates du 12 Mai, 02 et 23 Juin. Un quatrième pic de 05 larves est enregistré le 21 Juillet, s'ensuit une baisse continue jusqu'à l'atteinte d'une seule larve la dernière semaine.

Durant la première semaine, il y a absence totale des larves L_3 . Un pic culminant de 3 larves a été noté pendant la deuxième semaine, à partir de laquelle est observé la présence d'une seule larve du stade L_3 le 09, 16 Juin et le 28 Juillet. Aucune larve L_3 n'a été enregistrée au cours de la dernière semaine de notre étude.

Ce n'est qu'à partir de la quatrième semaine qu'on a noté la présence d'une larve des stades L_4 . Deux larves du stade L_4 ont été dénombrées le 21 et le 28 Juillet. Il y'a absence total de larves L_4 la dernière semaine de l'échantillonnage.

Aucune chrysalide n'a été observée durant les 05 premières semaines de l'échantillonnage. 03 chrysalides ont été observées le 02 juin, et 02 chrysalides ont été observées les deux dernières semaines.

6.6.2. Chez la variété Tomallow

Nous avons remarqué une absence totale des larves L_1 au début de notre étude. Le 19 Mai, nous avons noté la première larve L_1 , puis aucune larve n'a été constatée pendant les trois semaines qui suivirent. A partir du 30 Juin, nous avons remarqué une augmentation du nombre des larves L_1 , pour atteindre 10 larves, enregistré le 21 juillet. Aucune larve L_1 n'a été observée la dernière semaine de l'étude.

Aucune larve L_2 n'a été observée au cours des quatre premières semaines de l'échantillonnage. La première larve a été observée le 26 Mai, puis il y a absence des larves pendant les deux semaines qui suivirent. La période comprise entre 16 Juin et 28 juillet est caractérisée par une population active des larves L_2 . Deux grands pics ont été enregistrés durant cette période, l'un a été enregistré le 30 Juin avec 15 larves et l'autre le 21 juillet avec 16 larves. Les trois dernières semaines sont caractérisées par l'absence totale des larves de ce stade.

Les larves de stade L_3 sont totalement absentes les six premières semaines de notre échantillonnage. La population est active entre la période qui s'étale entre le 09 Juin et le 28 juillet, pour atteindre un point cumulant de 11 larves enregistré le 14 juillet. Les trois dernières semaines sont caractérisées par une absence totale de ces larves.

Aucune observation n'a été faite pour le stade L_4 durant les cinq premières semaines de l'échantillonnage. Une seule larve L_4 a été enregistrée au cours des semaines consécutives, correspondantes aux 02 Juin et 09 Juillet. Aucune larve L_4 n'a été notée au cours des trois semaines qui suivirent. On a remarqué la présence des larves L_4 au niveau des échantillons du mois de juillet, où on a enregistré le 14 juillet un nombre maximum total de 5 larves. Il y'a absence total des larves L_4 au cours des 03 dernières semaines.

Il y a absence totale des chrysalides les trois premières semaines de notre étude. La première chrysalide a été notée le 19 Mai. Un nombre maximum de 5 chrysalides a été observé le 14 Juillet. Il y a absence des chrysalides dans les deux dernières semaines de notre étude.

6.6.3. Chez la variété Tavira

Nous n'avons observé aucune larve L_1 durant les deux premières semaines de notre étude. Les premières quatre larves ont été observées le 12 Mai, puis aucune larve n'a été observée au cours des deux semaines qui suivirent. A partir du 02 Juin jusqu'à la fin de notre étude nous avons remarqué une population active des larves L_1 , à l'exception du 30 juin où nous n'avons noté aucune présence de ces larves. Un nombre maximum de 36 larves a été noté la dernière semaine de l'échantillonnage.

Une seule larve L_2 a été enregistrée la première semaine. Une population active a été remarquée durant toute l'étude, avec un nombre maximum de 37 larves L_2 échantillonné la dernière semaine.

Aucune larve L_3 n'a été enregistrée la première semaine, on a remarqué une présence continue de ces larves durant toutes les semaines qui suivirent et ce jusqu'à la fin de notre étude, à l'exception du 19 Mai où nous n'avons comptabilisé aucune larve. Un nombre maximum de 7 larves a été enregistré également la dernière semaine.

Aucune larve L_4 n'a été observée la première semaine. Une population active a été enregistrée durant toutes les semaines de l'échantillonnage, à l'exception du 19 Mai où nous n'avons observé aucune larve de ce stade. Un nombre maximum de 10 larves a été enregistré la dernière semaine.

Les trois premières semaines de notre étude nous n'avons observé aucune chrysalide. Nous avons remarquée une population plus ou moins représentative des chrysalides au cours de notre étude, avec un nombre maximum de 26 chrysalides la dernière semaine.

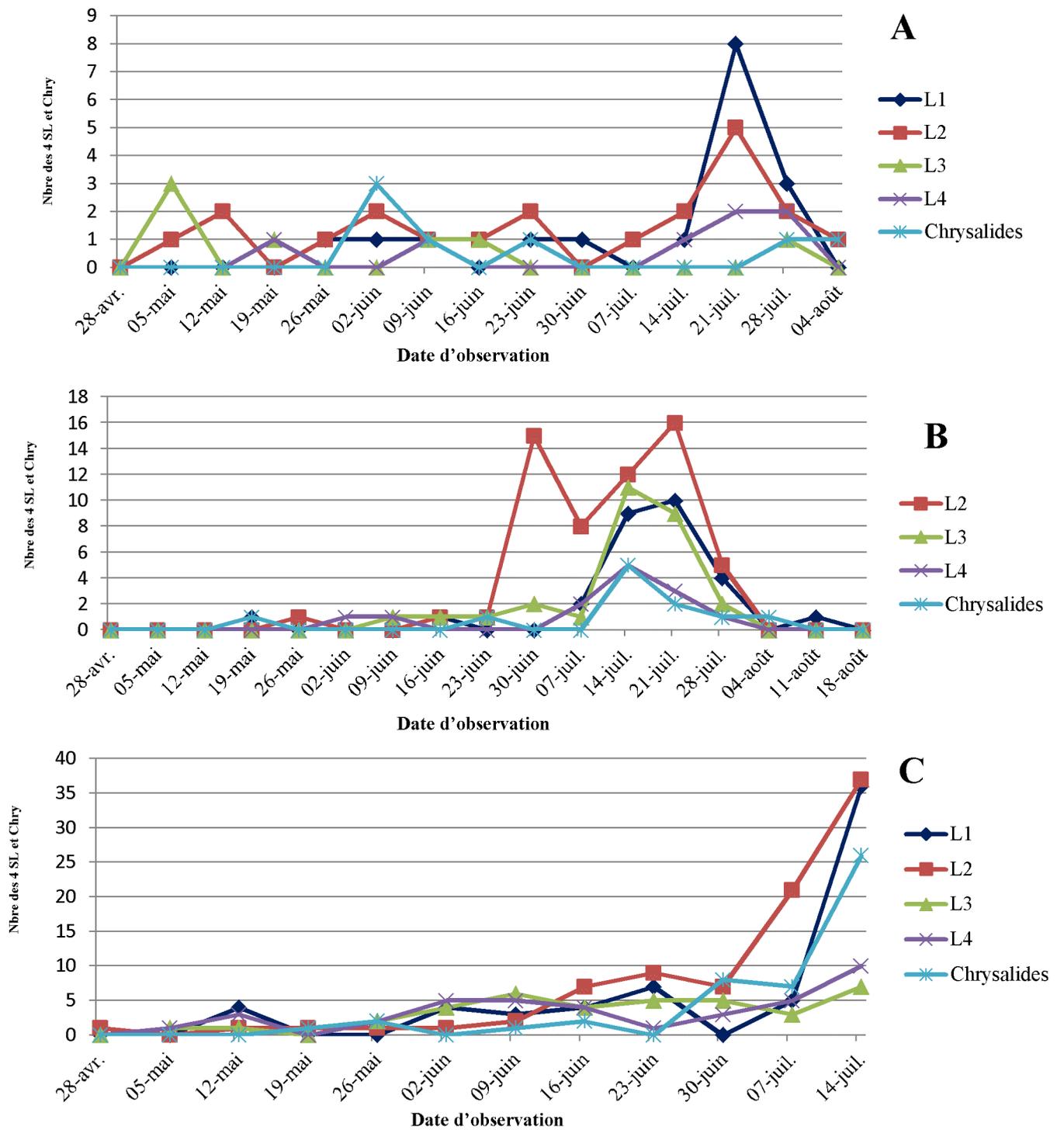


Fig. 39: Evolution temporelle du nombre des 4 stades larvaires et chrysalides des trois variétés. A: Cartier; B: Tomallow. C: Tavira.

6.7. Evolution temporelle de la distribution des œufs selon la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate (Fig. 40)

6.7.1. Chez la variété Cartier

L'histogramme nous montre clairement que les femelles de *T. absoluta*, préfèrent pondre sur les feuilles intermédiaires par rapport aux autres feuilles apicales et basales.

6.7.2. Chez la variété Tomallow

L'histogramme nous montre clairement que les femelles de *T. absoluta*, préfèrent pondre sur les feuilles basales par rapport aux deux autres étages foliaires (feuille du milieu et feuilles apicales).

6.7.3. Chez la variété Tavira

L'histogramme nous montre clairement que les femelles de *T. absoluta*, préfèrent pondre sur les feuilles intermédiaires par rapport aux feuilles apicales et basales.

6.8. Evolution temporelle du nombre des mines sur les folioles chez les trois variétés de tomate (Fig. 41)

L'évolution temporelle du nombre des mines sur les folioles chez les trois variétés de tomate est représentée dans les tableaux XI, XII et XIII (annexes).

6.8.1. Chez la variété Cartier

La densité des mines sur les folioles a subi plusieurs pics durant toute la période qu'a duré notre étude. Les premières mines ont été observées à la date de 05 Mai, avec une densité de 0,2 mines. Une densité des mines importante a été observée à partir du 19 Mai jusqu'à la fin de l'échantillonnage. Une densité maximale de 4,76 correspondantes à 714 mines a été enregistrée le 30 Juin. Une valeur de 264 mines a été évaluée la dernière semaine de l'étude.

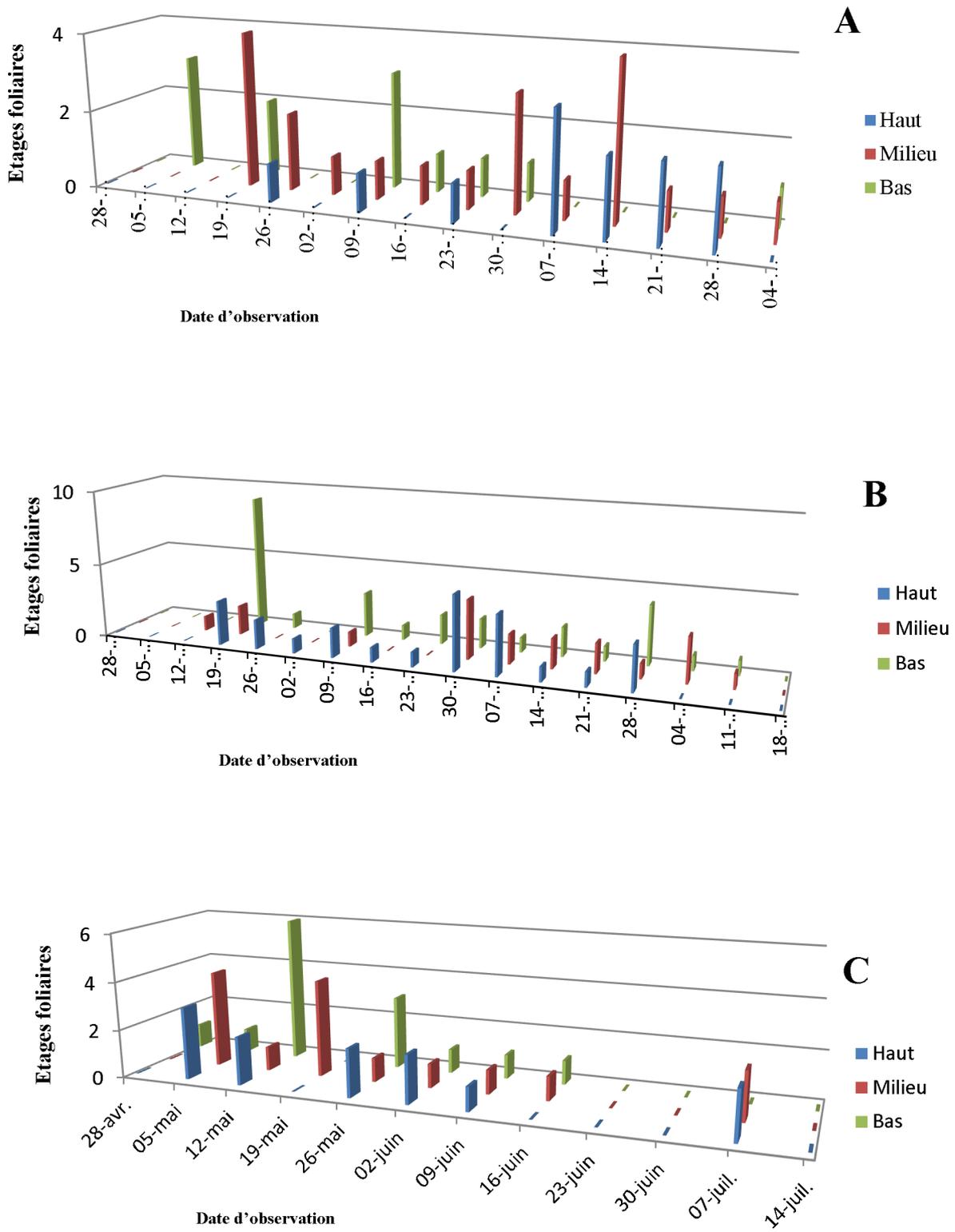


Fig. 40 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate. A : Cartier. B : Tomallow. C : Tavira.

6.8.2. Chez la variété Tomallow

Durant la première semaine de l'échantillonnage aucune mine n'a été détectée. Les premières mines ont été observées le 05 Mai, elles sont évaluées à 11 mines. Une densité de 2,013 mines a été remarquée pendant la quatrième semaine de l'échantillonnage et une densité maximale de 3,15 correspondantes au nombre à 473 mines a été notée le 21 juillet. Au cours de la dernière semaine, un nombre de 423 mines a été dénombré.

6.8.3. Chez la variété Tavira

Des fluctuations de nombre des mines ont été remarquées tout au long de notre étude. Nous avons noté 32 mines pendant la première semaine de l'échantillonnage. 304 mines ont été dénombrées le 19 Mai et une densité de 1,786 mine a été notée le 23 Juin. Une valeur de 432 mines correspondantes à une densité de 2,88 a été notée la dernière semaine de notre étude.

6.9. Taux d'infestation des folioles sur les différents niveaux des plants chez les trois variétés de tomate (Fig. 42)

6.9.1. Chez la variété Cartier

Le pourcentage d'infestation dans la serre de la variété Cartier a été estimé sur les folioles comme suit :

- Il est d'une valeur maximale de 46,66% pour les feuilles du milieu.
- Il est d'une valeur minimale de 26,66% pour les feuilles apicales et basales.

6.9.2. Chez la variété Tomallow

Le pourcentage d'infestation dans la serre de la variété Cartier a été estimé sur les folioles comme suit :

- Il est d'une valeur maximale de 39,43 % pour les feuilles basales.
- Il est d'une valeur intermédiaire de 33,80% pour les feuilles apicales.
- Il est d'une valeur minimale de 26,76% pour les feuilles intermédiaires.

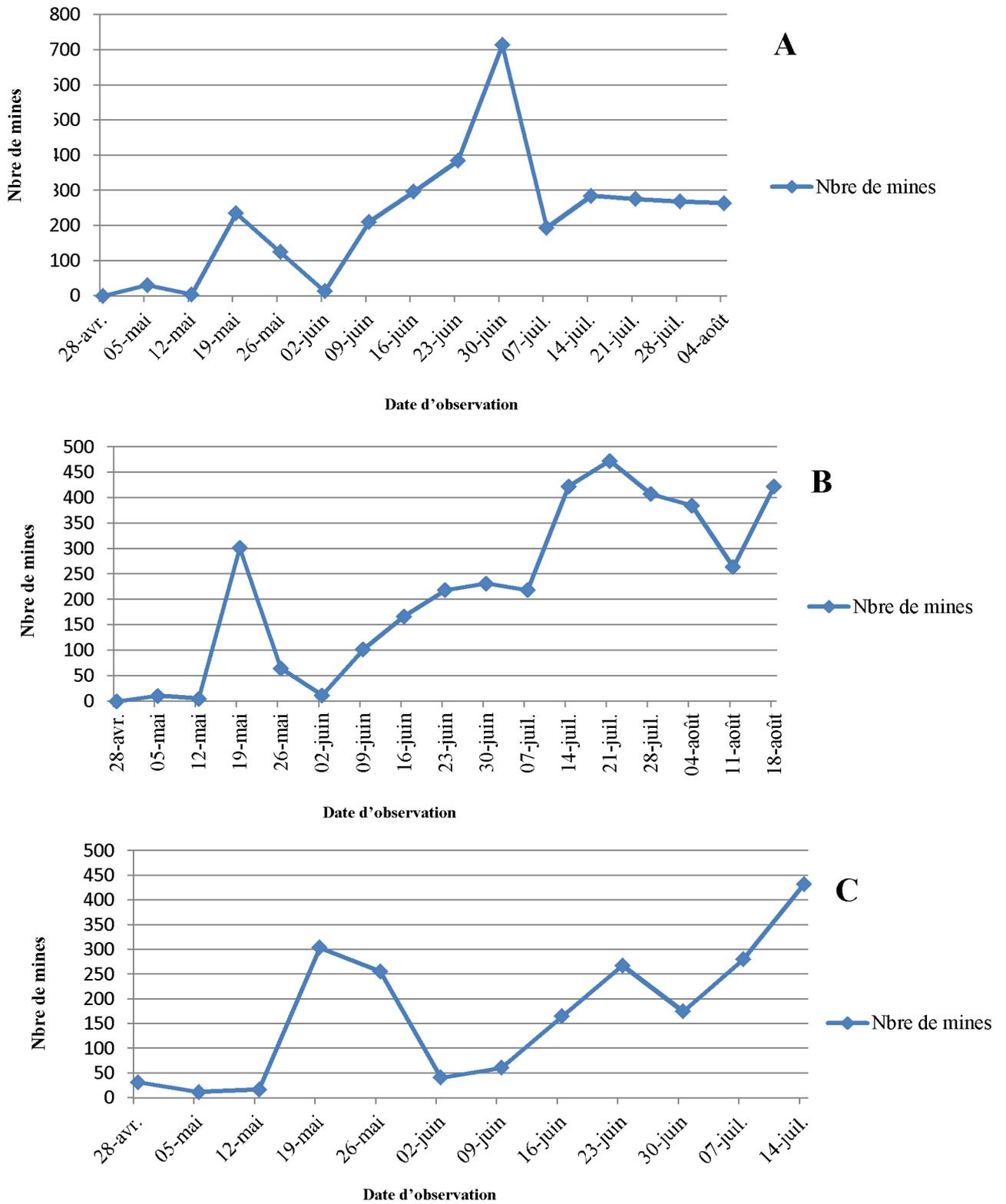


Fig. 41 : Evolution temporelle du nombre des mines sur les folioles chez les trois variétés de tomate
 A : Cartier. B : Tomallow. C : variété Tavera.

6.9.3. Chez la variété Tavira

Le pourcentage d'infestation dans la serre de la variété Cartier a été estimé sur les folioles comme suit :

-Il est d'une valeur maximale de 36,58 % pour les feuilles du milieu.

-Il est d'une valeur intermédiaire de 34,16% pour les feuilles basales.

-Il est d'une valeur minimale de 29,26% pour les feuilles apicales.

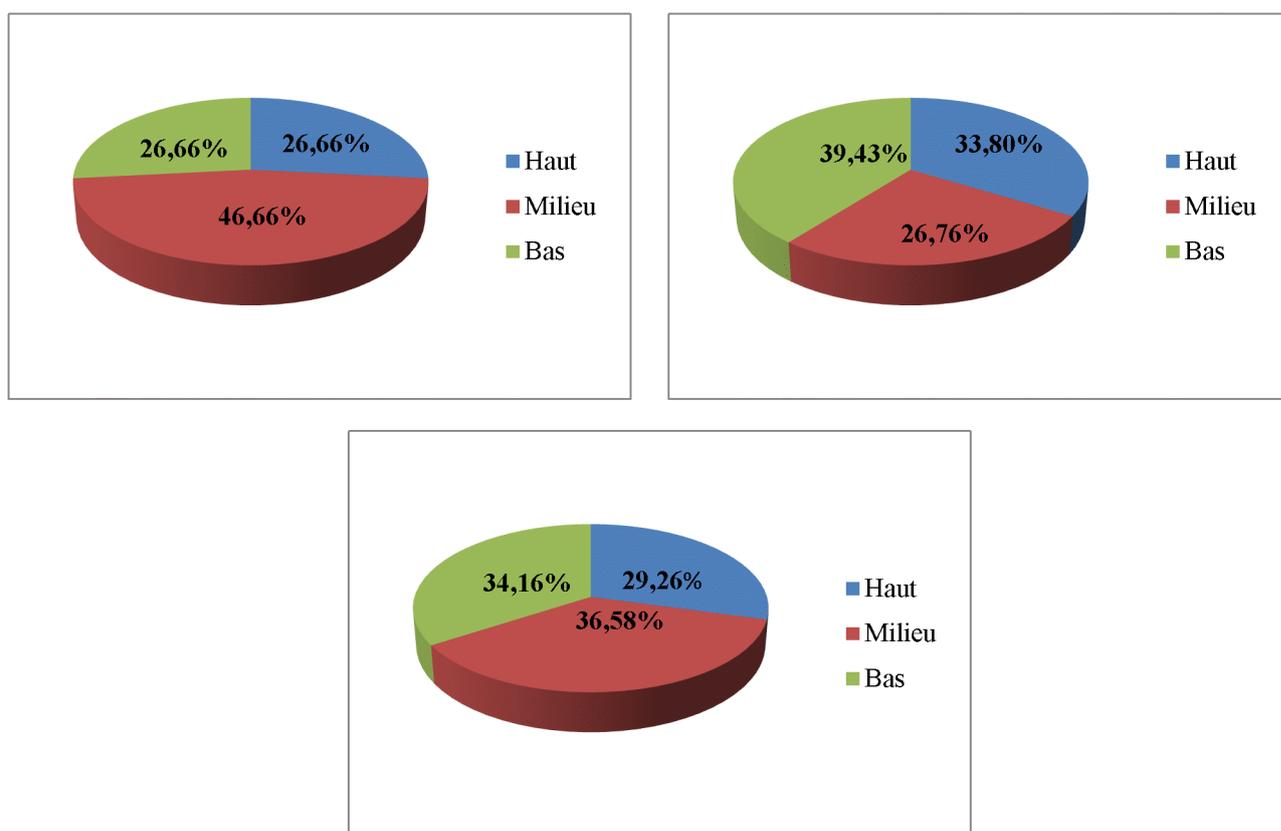


Fig. 42 : Taux (%) d'infestation des folioles selon le niveau de la hauteur des plants chez les trois variétés de tomate. A : Cartier; B : Tomallow; C : Tavira.

6.10. Comparaison des taux de ponte sur les trois variétés de tomate

Les taux d'infestation sur les trois variétés Cartier, Tomallow et Tavira sont présentés dans le tableau XIX (annexes).

Pour confirmer qu'il y a absence de signification, quant aux taux de ponte sur les folioles des trois variétés par les larves de *T. absoluta*, nous avons opté pour le test KRUSKAL-Wallis avec un risque $\alpha=5\%$.

H_0 : Le taux d'infestation ne se différent pas sur les trois variétés.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si, P-value < 0.05 et acceptée dans le cas contraire.

Après calcul, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIX (annexe).

Pour la variété Cartier : P-value=0,58.

Pour la variété Tomallow : P-value= 0,22. $\alpha=5\%$

Pour la variété Tavira : P-value= 0,38.

P-value > 0.05 , donc l'hypothèse H_0 est acceptée, il n'y a pas de différence significative entre les taux de ponte sur les trois variétés.

6.11. Taux de ponte sur les deux faces de folioles pour les trois variétés de tomate

Pour vérifier si les femelles de la mineuse de la tomate préfèrent pondre leurs œufs, sur une face donnée des folioles de tomate, selon les trois variétés Cartier, Tomallow et Tavira, nous avons opté pour le test t de Student pour la variété Cartier et pour le test t de Wilcoxon pour les deux variétés Tomallow et Tavira avec un risque de $\alpha=0,05$.

H_0 : Les femelles ne choisissent pas l'une des deux faces des folioles pour la ponte.

L'hypothèse H_0 sera rejetée si P-value $< 0,05$, est acceptée dans le cas contraire.

Après le calcul, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIX.

Pour la variété Cartier P-value = $3,85 \times 10^{-3}$.

Pour la variété Tomallow P-value = $4,65 \times 10^{-3}$. $\alpha=5\%$

Pour la variété Tavira P-value = 0,07.

Pour les variétés Carier et Tomallow P-value < P 0,05, donc l'hypothèse H_0 est rejetée, les femelles choisissent l'une des faces des folioles pour pondre leurs œufs.

Pour la variété Tavira P-value > 0,05, donc l'hypothèse H_0 est acceptée, les femelles ne choisissent pas l'une des faces des folioles pour pondre leurs œufs.



Fig. 43 : Différences entre une serre saine en début d'échantillonnage (photos à gauche), et une serre infestée par *T. absoluta* à la fin de l'étude (photos à droite) (ORIGINALE, 2014)

7. Discussion des résultats

Les résultats obtenus à partir du test de la régression linéaire nous montrent une absence de corrélation entre la température et le nombre d'adultes mâles capturés et ainsi qu'une absence de corrélation entre l'humidité et le nombre d'adulte mâles capturés pour les trois variétés, Cartier, Tomallow et Tavira.

Les résultats que nous avons acquis sur le terrain, nous indique clairement que le nombre d'adultes mâles capturés n'est pas en relation avec les conditions climatiques (température et humidité). L'exemple représentant de ce résultat, est qu'à une température maximale de 38,5°C enregistrée le 21 juillet dans la serre des deux variétés Cartier et Tomallow, nous avons comptabilisé 03 individus uniquement, alors qu'à une température moyenne de 28,6°C enregistrée le 16 Juin dans la même serre, nous avons comptabilisé 58 individus. Il en est de même pour la serre de la variété Tavira, où à une température maximale de 37.6°C enregistrée le 14 Juillet, nous avons comptabilisé 18 individus, alors qu'à une température minimale de 17,8°C enregistrée le 02 Juin, nous avons dénombré un effectif maximum de 72 individus.

Le facteur climatique représenté par le taux d'humidité a également subit des fluctuations tout le long des mois de l'échantillonnage. L'exemple représentatif de ce résultat est qu'à une humidité maximale de 94% enregistré le 12 Mai dans la serre des deux variétés Cartier et Tomallow, nous avons dénombré 62 adultes, alors que pour une humidité de 82% enregistrée le 02 Juin, il y'a eu capture d'un nombre maximum de 92 individus mâles. Il en est de même pour la variété Tavira, où à une humidité maximale de 97% enregistrée le 12 Mai nous avons compté 18 adultes, alors qu'à une humidité de 85% enregistrée le 02 Juin nous avons compté un nombre maximum de 72 adultes mâles.

L'analyse globale de nos résultats montre que les facteurs climatiques (températures et humidités) dans les deux serres étudiées au littoral n'ont pas d'influence sur l'effectif des populations de *T. absoluta* sur les trois variétés de tomate (Cartier, Tomallow et Tavira), Nos résultats sont identiques à ceux de CHOUGAR (2011), par contre GUENAOUI (2008), atteste que les facteurs climatiques ont une influence sur la régulation des effectifs de *tuta absoluta*.

La période d'échantillonnage effectuée dans les deux sites d'étude, nous a permis de conclure une succession de plusieurs générations de *Tuta absoluta* sur les trois variétés. Selon MAHDI et al. (2011) *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Elle peut avoir 10 à 12 générations par an.

Le graphe des pontes des deux variétés Cartier et Tomallow montre 05 pics, qui indiquent la présence de cinq générations, quant à la variété Tavira, elle est marquée par la présence de 03 générations durant notre étude. Selon VIAENE (1992), la durée d'une génération d'un insecte dépend des facteurs climatiques, en particulier la température et l'humidité, ainsi que la plante hôte.

BALACHOWSKY(1966) affirme que la succession de différents stades larvaires dépend fortement des conditions climatiques. Ce qui est confirmé par nos résultats. Les résultats obtenus pour les différents stades larvaires sur les trois variétés de tomate, révèle que l'évolution larvaire du *T. absoluta* devient de plus en plus importante tout au long de notre étude. En effet, la période entre 14 juillet et 04 Août est marquée par une alternance active des quatre stades larvaires et chrysalide pour la variété Cartier sous une température comprise entre 30.8°C et 38°C et une humidité comprise entre 61% et 75%. Pour la variété Tomallow, la population larvaire est active entre 30 Juin et 04 Août sous une température comprise entre 30.7°C et 38.5°C et une humidité comprise entre 61% et 75%. Quant à la variété Tavira, les stades larvaires s'alternent activement du 23 Juin, jusqu'à la fin de notre échantillonnage sous une température du 32°C à 37.6°C et une humidité comprise entre 39% à 63%.

Le nombre maximum des larves du stade L₁ est moins important pour les variétés Cartier et Tomallow et plus important pour la variété Tavira.

Le nombre maximum des larves du stade L₂ est beaucoup plus important pour la variété Tavira, moyennement important pour la variété Tomallow et faible pour la variété Cartier.

Un effectif maximum des larves L₃ est important pour la variété Tomallow, moyennement important pour la variété Tavira et moins important pour la variété Cartier.

Le nombre maximum des larves L₄ a été important chez la variété Tavira, moins considérable chez la variété Tomallow et il est réduit chez la variété Cartier.

Nous avons constaté que durant notre expérimentation que les larves du stade L₂ sont les plus fréquentes par rapport aux larves des stades L₁, L₃ et L₄. Ces observations sont faites aussi bien sur Cartier, Tomallow que Tavira, avec un effectif maximal important pour cette dernière où nous avons comptabilisé un maximum de 88 larves du stade L₂. La présence de ces derniers est accrue au mois de Juillet pour les trois variétés de tomate.

Quant aux larves du stade L₄, nous avons comptabilisé un nombre de 7 larves uniquement pour la variété Cartier, 13 larves pour la variété Tomallow et 39 larves pour la variété Tavira, tout au long de l'échantillonnage à une température moyenne de 28,1°C, ce qui s'explique par la courte durée de leur développement pour passer au stade nymphal. Précisant que le délai séparant 02 échantillonnages successifs est d'une semaine, il est par conséquent suffisant pour permettre à L₄ de se développer en stades nymphales. Ceci est confirmé par TROTTIN-CAUDAL *et al.* (2010) qui attestent qu'à une température entre 27°C et 30°C, le durée de developpemnt des stades larvaires est comprise entre 9,5 et 11 jours.

Durant toute notre étude, nous avons comptabilisé un nombre de 07 chrysalides uniquement pour la variété Cartier, 11 pour la variété Tomallow et 47 pour la variété Tavira. Cet effectif de chrysalides sur les feuilles s'explique par la nymphose qui peut se dérouler aussi sur le sol. En effet, selon MERIGUET et ZAGATTI (2001), la nymphose peut avoir lieu au sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines.

Quant au degré de l'infestation des trois variétés de tomate, le test KRUSKAL-WALLIS nous a permis de conclure l'absence de préférence variétale par *Tuta absoluta*, autrement dit le taux de ponte est égal chez les trois variétés de tomate. Par contre, le terrain nous a attesté l'existence de la résistance variétale s'expliquant par une durée de developpement differente des plants des trois variétés de tomate. Une longue durée de l'échantillonnage de 17 semaines pour la variété Tomallow, une durée moyenne de 15 semaines pour la variété Cartier et une courte durée de 12 semaines pour la variété Tavira. Cela nous a permis de dire que les variétés dans le site de la famille Challal (Tomallow et Cartier) sont plus résistantes par rapport à la variété dans le site de la famille Chekai (Tavira). En effet, le rabougrissement précoce des plants de tomate de la variété Tavira peut être dû à la négligence totale de la serre et à l'absence des travaux de maintenance comme nous avons déjà signalé.

Les dégâts occasionnés par *T. absoluta* s'observent sur le feuillage en formant des galeries, et sur les fruits mûrs et immatures en formant des trous de sortie. SHULTZ (1983) explique que l'hétérogénéité de la qualité du feuillage entre les étages foliaires est contraignante pour les insectes, en rendant le feuillage de grande qualité difficile à trouver; elle les force à se déplacer fréquemment pour la recherche de nourriture de bonne qualité, ce qui peut expliquer la différence de répartition spatio-temporelle des populations.

Nos résultats ont révélés que *Tuta absoluta* préfère pondre sur les feuilles intermédiaires dans le cas des deux variétés Cartier et Tavira et sur les feuilles basales pour la variété Tomallow. La ponte

réduite sur les feuilles apicales peut être due à leur exposition, tandis que les femelles sont souvent à la recherche d'abri pour protéger leurs œufs de différents imprévus climatiques. Par contre HUNTER et *al.* (1991) atteste qu'une infestation élevée s'observe plus sur les feuilles apicales que sur les feuilles basales et intermédiaires.

Quant aux taux de ponte sur les deux faces supérieures et inférieures, le test de NEWMAN et KEULS nous a permis de conclure que les femelles ont une préférence de ponte sur les faces inférieures pour les deux variétés Cartier et Tomallow, ce qui s'explique par l'abri que procurent les femelles à leurs œufs en fuyant les faces supérieures les plus exposées aux différents dangers extérieurs, alors que dans le cas de la variété Tavira, les deux faces sont infestées. Ces résultats rejoignent ceux de BODENDÖRFER et *al.* (2011), qui attestent que souvent c'est la face inférieure qui est la plus infestée par rapport à la face supérieure des feuilles.

La mineuse de tomate, espèce polyvoltine qui se nourrit des feuilles, tiges, bourgeons, fleurs et fruits, cause des dommages quand les larves s'alimentent en créant des mines d'extension mésophylliennes (s'alimentent du mésophylle) sans endommager l'épiderme de feuille de ce fait, affectent la capacité photosynthétique de ces dernières et par conséquent réduisent le rendement (ZIRI, 2011), ce qui cohobent nos résultats dans les deux serres.

Une nette progression de l'infestation des feuille de tomate du début jusqu'à la fin de notre étude a été déduite à partir du dénombrement des mines sur feuilles. L'infestation est beaucoup plus importante chez la variété Tavira.

Conclusion

L'objectif fixé au début de cette étude était de suivre les populations d'une espèce de Gelechiidae, *Tuta absoluta* sur trois variétés de tomates sur deux sites de la région d'Azeffoun distancées l'une de l'autre de 1km. Le premier site comprend deux variétés (Cartier et Tomallow), tandis que le deuxième site comprend une seule variété (Tavira), et de déterminer ainsi s'il y a une résistance variétale vis-à-vis de ce ravageur.

Les résultats que nous avons acquis par le test de la régression linéaire nous permettent de conclure une absence totale de l'influence des facteurs climatiques (température et humidité) sur le nombre d'adultes mâles capturés, sur les trois variétés de tomates dans les deux sites de la région d'Azeffoun, durant toutes les semaines de l'échantillonnage.

Sous les conditions de serre, nous avons comptabilisé 05 générations pour les deux variétés Cartier et Tomallow et 03 générations pour la variété Tavira. Ces générations se chevauchent pendant toute la période de l'échantillonnage, du 28 Avril jusqu'au 04 Août pour la variété Cartier, du 28 Avril jusqu'au 18 août pour la variété Tomallow et du 28 Avril jusqu'au 14 juillet pour la variété Tavira.

Au cours de toute la période d'étude, nous avons constaté un effectif trop élevé des larves de stade L₂ par rapport aux autres stades larvaires (L₁, L₃ et L₄) chez les trois variétés de tomate. Quant au stade L₄ et au stade nymphale, ils sont caractérisés par un faible effectif aussi bien pour les variétés de premier site, que celle de deuxième site.

Le test Kruskal-Wallis sur le taux d'infestation des deux serres de la région d'Azeffoun soumises aux mêmes conditions climatiques et édaphiques, nous a permis de conclure qu'il n'y a aucune différence significative du taux d'infestation sur les trois variétés, même s'il nous semble que la variété Tomallow est la plus résistante étant données la longue durée de son échantillonnage qui s'est étalé sur une durée de 17 semaines, tandis que la variété Tavira est la plus sensible vu la courte durée de l'échantillonnage qui évaluée à 12 semaines. La sensibilité de la variété Tavira peut être due à la négligence de l'état général de la serre par l'agriculteur lui-même et à l'effet destructif de *tuta absoluta*, combiné à l'action des différentes maladies fongiques.

Un taux de ponte important de même que l'infestation larvaire sont remarquables sur les étages intermédiaires des plants de tomate des deux variétés Cartier et Tavira et sur les étages basales de la variété Tomallow.

Les femelles préfèrent pondre sur les faces inférieures des folioles, que sur les faces supérieures chez les deux variétés Cartier et Tomallow alors que chez la variété Tavira, il n'y a pas de préférence et les deux faces sont infestées.

Vu les dégâts considérables causés sur les plants de tomates, des mesures prophylactiques combinées aux mesures phytosanitaires doivent être incluses pour établir une stratégie de lutte efficace contre la mineuse de la tomate, à savoir :

- Contrôle impératif des plants dès la réception et le repiquage des plants sains uniquement.
- Un paillage intégral du sol est souhaité.
- Des observations devraient être réalisées sur les cultures et sur les adventices de la famille des solanacées (morelles, datura...) à l'intérieur et à l'extérieur des serres et éffeuillage des plants atteints par des larves de *Tuta absoluta*.
- Protection de toutes les ouvertures des serres par des filets insect-proof pour empêcher toute pénétration d'insectes provenant de l'extérieur.
- Vérification et nettoyage.

En fin de culture, il est souhaitable de retirer et incinerer tous débris de cultures, afin de réduire les zones réservoirs est dûes à ce ravageur. Une désinfection des sols par un travail adapté ou une solarisation pendant 4 à 6 semaines, tout en respectant un délai de vide sanitaire d'environ 6 semaines entre l'arrachage de la culture et la plantation à prévoir.

La lutte biotechnologique permet de mettre en place des pièges massifs des adultes mâles, avec des pièges delta ou à phéromone. Ces pièges sont utilisés pour la détection et le suivi des populations adultes de l'insecte ravageur. Ils doivent être entretenus.

La lutte biologique se base sur l'action d'insectes, ou tout autre être vivant antagoniste aux insectes ravageurs des cultures. Ce procédé de lutte non polluant permet de réguler les attaques de *Tuta absoluta* sur la culture de tomate, de façon efficace sans engendrer des effets néfastes à la santé humaine ni à l'environnement.

Au terme de cette étude, nous tenons à conseiller les agriculteurs d'établir une stratégie de lutte efficace contre *Tuta absoluta*, avec un suivi rigoureux des plants de tomate tout au long de la culture du semis, jusqu'à la destruction totale de la culture soit sous serre ou en plein champs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ANONYME., 2005.** Tizi-Ouzou Map/Algeria Google Satellite maps. Copyright 2005. Maplandia.Com
- ANONYME., 2006.** La filière tomate cerise en Guinée : Situation actuelle et perspectives de développement des exportations en Guinée. Rapport final. Pp 5-6, 17.
- ANONYME₂., 2010.** Teigne de la tomate ; *Tuta absoluta* appelée aussi « mineuse de la tomate ». compagnie de surveillance 2010.
- ANONYME₂., 2011.** *Tuta absoluta* (Meyrick) la mineuse de la tomate.FREDON Corse.Teghia BP15-CAURO, 2 p.
- ANONYME₃., 2012.** www.algerie-pme2.dz. Programme d'Appui aux PME/PMI et à la Maitrise des Technologies d'Information et des Communications (PME II). Revue de presse. El Moudjahid. Programme cofinancé par l'Algérie et l'Union Européenne. Palais des expositions Pins Maritimes-Mohammadia-Alger.11p.
- ABBES K. et CHERMITI B., 2011.** Comparison of efficacy of tow marks of sex pheromone dispensers commercialized in Tunisian for their efficiency to monitor and to control by mass-trapping *Tuta absoluta* under green houses. Tunisian journal of plant protection 6. Pp 133-148.
- ATHERTON D. G. et HARRIS G. P., 1986.** Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J J et RUDICH J. London, New York. Pp 167-200.
- BACI L., 1995.** Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie :faiblesse des rendements et opacité des marchés. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14. Montpellier, CIHEAM. Pp 271-272.
- BADAoui M. L., 2004.** Etude de certains caractères biologiques, morphologiques systématiques et biochimiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie .Université de Mostaganem. Thèse de Magistère. 66p.
- BADAoui M. I. et BERKANI A., 2011.** Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick 1917 et *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae). Laboratoire de Protection des Végétaux,Mostaganem, Algérie. Pp 139-192.
- BAI Y. et LINDHOUT P., 2007.** Domestication and breeding of tomatoes: What have we gained and what can we gain in the future? Revue, Vol 2.150p.
- BALACHOWSKY A. S., 1966.** Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture ; Lépidoptères. Tome 2, vol. 1. Masson, Paris. Pp 350-384.

Références bibliographiques

- BARRIENTOS Z. R., APABLAZA H. J., NOREROS A. et ESTAY P. P., 1998.** Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Cienciae Investigacion Agraria*. Pp 133-137.
- BELIARD E., 2003.** Ennemis communs aux cultures légumières en agriculture biologique; Fiche n°2 : Ravageurs communs. Ed. Techn'ITAB Maraîchage in Fruits & Légumes. Pp 34-35.
- BLANCARD D., 1988.** Maladies de la tomate, observer, identifier et lutter. Ed. INRA, Paris. 199p.
- BLANCARD D., LATTEROT H., MARCHAUD G. et CANDRESSE T., 2009.** Les maladies de la tomate, identifier connaitre et maîtriser. Ed. QUAE. 157p.
- BODENDÖRFER J., GUY C., CHRISTOPHE A. et FABIENNE E., 2011.** *Tuta absoluta*-mineuse de la tomate; Bilan 2010, perspectives 2011, préconisations. Civam, Biocorse. Canico, FREDON CORSE. 2p.
- CHAIB J., 2007.** Physiological relationships among physical, sensory, and morphological attributes of texture in tomato fruits. Pp 1915-1925.
- CHAUX C. et FOURY C. L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tom III : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 563p.
- CHAUX C. et FOURY C., 2003.** Les productions légumières. Ed. Tec & Doc. 531p.
- CHOUGAR S., 2011.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dowson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Magister. 98p.
- COLLAVINO M. D. et GIMENEZ R. A., 2008.** Efficacy of imidacloprid to control the tomato borer (*Tuta absoluta* Meyrick). *Idesia* (Chile) 26(1). Pp 65-72.
- CORNET A., 1975.** Principaux adventices des cultures arrosées de contre saison. Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale O.R.S.T.O.M. Centre de DAKAR. 65p.
- CRONQUIST A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University. 125p.
- DECLERT C., 1990.** Manuel de phytopathologie maraîchère tropicale. Cultures de Côte d'Ivoire. Ed. ORSTOM, Paris. 333p.

Références bibliographiques

- DEMOL J., BAUDOIN J., LOUANT B., MARECHAL R., MERGEAI G. et OTOUL E., 2002.** Amélioration des plantes ; application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, ASBL. Belgique. 105p.
- DERKAOUI K. M., 2011.** Les réponses morphologiques, physiologiques et anatomiques des racines de la tomate (*Solanum lycopersicum* L) vis-à-vis du stress salin. Thèse du Magister. 111p.
- DJIDJI A. H, ZOHOURI G. P, FONDIO L. NZI J. C. et KOUAME N'GUESSA C., 2009.** Effet de l'abri sur le comportement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en saison pluvieuse dans le Sud de la Côte-d'Ivoire. Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 01 BP 1740 Abidjan 01 Côte d'Ivoire. 1558p.
- DPV., 2012.** Direction de la Protection des Végétaux du Sénégal. Alerte sur la présence de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Revue. 9p.
- DSA., 2014.** Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, bilan des productions agricoles, campagne agricole 2013/2014.
- DUVIARD D. et ROTH M., 1973.** Utilisation des pièges à eau colorés en milieu tropical Exemple d'une savane préforestière de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Biol, N°18. Pp 91-97.
- EPPO., 2014.** www.pearltrees.com/...t/situation-recommandations.
- FABREGUES J., 2003.** Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraichers de qualité à l'île de la réunion. 67p. FAVIER J
- FAVIER J., IRELAND-RIPERT J., TOQUE C. et FEINBERG M., 2003.** Répertoire Général des Aliments. Ed. Ciqual. Pp 40-48.
- FRANDON J., PIZZOL J., PONCET C., CABELLOT T. et URBANEJA A., 2010.** Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : Ecology, geographic and prospects for biological control. J. Pest -Sci, p.p, 83, 197-215.
- FRAVAL A., 2009.** La Mineuse sud-américaine de la tomate. INSCYES 12. N°154,1 p.
- GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, Paris. 382p.
- GAUSSEN H., LEFOY J. et OZENDA P., 1982.** Précis de Botanique. 2ème Ed. Masson, Paris. 1972p.
- GREEN S. K. et KIM J S., 1991.** Characteristics aid control of viruses infecting peppers: a literature review. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bulletin No. 18, 60p.

Références bibliographiques

- GRY L., 1994.** La tomate en révolution permanente. Semences et progrès n° 78. 22p.
- GUEDES R. N. C. et PIKANÇO M. C., 2012.,** The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. EPPO Bulletin 42(2), p. 211–216
- GUENAOUI Y., 2008.** Première observation de la mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. Phytoma, N°:617. Pp.18-19.
- HOUAMEL S., 2013.** Etude bioécologique des thrips inféodés aux cultures sous serre dans la région d'El Ghrous (Biskra). Diplôme de Magister en sciences agronomiques, option : Agriculture et environnement en région aride. 86p.
- HUNTER A. F., MARTIN J. et LEEHOWIE Z., 1991.** Foliage quality changes during canopy development of some northern hardwood trees biology development. Canada Oecologia. Pp 89, 316-323.
- IDRENMOUCHE S., 2011.** Biologie et écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera : Gelechiidae) dans la région de Boumerdes. Mémoire de Mag. ENSA, El-Harrach Algérie. 103 p.
- KIMBA A., ADDOULAYE A. K., DELMAS P., ASSOUMANE B. D. et HAUGUI A., 2014.** Les semences de la tomate disponibles au Niger. Revue. 86p.
- RISHNA REDDY M., MADHAVI REDDY K., LAKSHMINARAYANA REDDY C. N., SMITHA R., JALALI S., 2001.** Molecular characterization and genetic variability of Chilli Veinal Mottle Virus and its reaction on chilli pepper genotypes. Indian Institute of Horticultural Research, Hessaraghatta Lake PO, Bangalore-560089. Pp177.
- LANGE W. H. et BRONSON L., 1981.** Insect Pests of Tomatoes. Annual Review of Entomology. 154p.
- LATHOUWER S., 1929.** Manuel de l'amélioration des plantes cultivées (plantes agricoles ; horticoles et coloniales). Tom I. 2^{ème} Ed. Revue, remaniée et considérablement augmentée. 115p.
- LATIGUI A., 1984.** Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach. 75p.
- LAUMONNIER R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- LEBERRE J. R. et ROTH M., 1969.** Les méthodes de piégeage des invertébrée. Les pièges à eau, « Extrait de e Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres »Ed. Masson. Pp 65-78.

Références bibliographiques

- MAHDI K., DOUMANDJI-MITICHE B., et DOUMANDJI S., 2011.** Effets de la température sur le cycle de développement de la mineuse de la tomate *T. absoluta* dans l'Algérois. AFPP.
- MAZOLLIER C., OUDARD E. et BELIARD E., 2001.** Les Lépidoptères ravageurs en légumes biologiques. SRPV Centre et Jérôme Lambion. GRAB. Fiche technique. 154p.
- MERIGUET B. et ZAGATTI P., 2001-** Inventaire entomologique sur l'Aqueduc de la Dhuis de Carnetin à Courtry (Seine et Marne), office pour l'information éco-entomologique, réalisé pour l'agence des espaces verts de la région Ile-de-France. 9 p.
- MISSIAEN C. M., BALANCARD D., ROUXEL F. et LAFON R., 1991.** Les maladies des plantes maraichères. INRA, Paris. Pp 16-45.
- MORARD S., 2013.** Guide pratique. Mes tomates du jardin à la cuisine. Ed. SMACT. 20p.
- NAIKA S., DE JEUD J. V. L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005.** La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- OUARDI K., 2010.** Stratégies de lutte contre *Tuta absoluta*. Office Nationalde Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires. Rabat.
- PEREYRA P C. et SANCHEZ N. E., 2006.** Effect of two Solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology. Pp 671-676.
- PHILOUZE J., 1993.** Les tomates. INRA, station d'amélioration des plantes maraichères 84143, Montfavet.
- POLESE J. M., 2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis. 95p.
- POLOVNY D., 1975.** On three neotropical species of Gnorimoschemini (Lepidoptera; Gelechiidae). Mininy solanaceae. Actauniversalis agriculturae. Pp23, 379-393.
- RAKOTOSON M. et RAZAFINDRA K., 2009.** Amélioration génétique de la tomate (*Lycopersicon sp*). Revue. 17p.
- RAMEL J M., 2010.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). L.N.P.V.Station d'entomologie, Montpellier, RHM: Revue Horticole n°512, 23-25.
- RAMEL J. M. et OUDARD E., 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Éléments de reconnaissance L.N.P.V ; S.R.P.V. Avignon. 2 p.

Références bibliographiques

- RANC N., 2010.** Analyse de polymorphisme moléculaire de gène de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherches d'association gènes / QTL. Thèse de Doctorat. Montpellier. Pp36-37, 40.
- REMILLET M., 1988.** Catalogue des insectes ravageurs des cultures en Guyane Française. Ed. L'orstom. Institut Français de Recherches Scientifiques pour le Développement en coopération collection études et thèses. Paris. 84p.
- REY F., CARRIERE J., GINEZ A., GIRAUD M., GOILLON C., GOUDE M., LAMBION J., LEFEVRE A., SEGURET J., TABONE E., TERRENTROY A., TROTTIN CAUDAL Y., 2014.** Stratégies de protection des cultures de tomates sous abri contre *Tuta Absoluta*. Protection Biologique Intégrée, Agriculture Biologique. Cahier technique TUTAPI, Paris, ITAB. 89p.
- REY Y. et COSTES C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. Ed. INRA. 111p.
- RISSO S., BOUVIER E. et LANZA R., 2011.** *Tuta absoluta*. Article de presse. 2p.
- ROTH M., 1974.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Cahiers de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM), Paris. 334p.
- SCHULTZ J C., 1983.** Impact of variable plant defensive chemistry on susceptibility of insects to natural enemies. *Am Chem Soc*, Washington, 55.
- SILVA S. S., 2008.** Reproductive biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Dissertação a presenta da aoprogram a de Pos-Graduação em Entomologica Agricola. Da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 75p.
- SIQUEIRA H.A.A., GUEDES R.N.C. et PICANÇO M.C., 2000.** Insecticid resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*. Pp 2, 147-153.
- SENOUSSI S. A., 2010.** Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport. Université Saad Dahlab, Blida, 53p.
- TRAN V. L., 1977.** Morphologie des pièces génitales et nervation alaire des principales pyrales foreurs du riz en Côte d'Ivoire. Description de quelques hyménoptères parasites. Cahiers ORSTOM, série Biologie 12. Pp29-45.
- TROTTIN CAUDAL Y., CHABRIERE C. et TERRENTROY A., 2010.** *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou. 29p.

Références bibliographiques

- VAN DER PLANK J. E., 1968.** Résistance des plantes aux maladies. Ed. Academic Press Inc, New York, London. 223p.
- VIAENE N., 1992.** Application de buprofézine dans la lutte contre l'aleurode floconneuse (*Aleurothrixus floccosus* Mask) en pépinière de Citrus au Zaïre. Fruits, 47 (2), 303-308.
- ZELLA L. et SMADHI D., 2009.** Micro irrigation de la tomate sous serre. INRA. Station de Baraki, Alger. 119p.
- ZIRI S., 2011.** Contribution à la lutte intégrée contre *Tuta absoluta* sur tomate en plein champ. Mémoire de Magister. ENSA El-Harrach. 92p.

AUTRES REFERENCES

- ANONYME., 2004.** <http://www.adalia.be/files/pdf/Dossier%20n2-Lespuccerons.pdf>.
- ANONYME., 2009.** <http://www.maep.gov.mg/filtectomate.htm>
- ANONYME₁., 2010.** <http://www.jardinier-amateur.fr>.
- ANONYME₁., 2011.** fr. wikipedia. org/wiki/Tomate.
- ANONYME₁., 2012.** <http://archives.tsa-algerie.com>
- ANONYME₂., 2012.** Données de FAOSTAT. www.FAO.Stat.org
- ANONYME₁., 2013.** http://ww.memoireonline.com/01/14/8533/m_Etude-de-lactivite-antioxydante-de-la-tomate-sechee8.html.
- ANONYME₂., 2013.** <http://ephytia.inra.fr/fr/C/5026/Tomate-Virus-de-la-maladie-bronzee-TSWV>
- ANONYME., 2015.** <https://www.google.dz>.

ANNEXES

Annexes

Tableau XV : Températures et humidités (minimales, maximales et moyennes) de la région d’Azeffoun, d’avril 2014 à Août 2014 (ONM, Dellys, 2014).

| | | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août |
|---------------------|-----------|-------|------|------|---------|------|
| Température (°C) | Minimales | 13.3 | 15.3 | 18.7 | 22.5 | 21.8 |
| | Moyennes | 16.9 | 19.2 | 22.1 | 26.5 | 25.4 |
| | Maximales | 20.2 | 22.7 | 25.1 | 29.6 | 28.9 |
| Humidité (%) | Minimales | 76 | 77 | 74 | 61 | 66 |
| | Moyennes | 85 | 83 | 82 | 80 | 81 |
| | Maximales | 84 | 84 | 87 | 78 | 80 |

Tableau XVI: Résultats obtenus sur la variété cartier.

| dates | T°C | H% | Nbre œufs | Face sup | Face inf | Nbre œuf moyen | Larves | L1 | L2 | L3 | L4 | Chrysalides | Chrysalides moyen | Nbre adultes | Nbre mines |
|------------|------|----|-----------|----------|----------|----------------|--------|----|----|----|----|-------------|-------------------|--------------|------------|
| 28 avril | 26.5 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 5 mai | 26.9 | 47 | 3 | 0 | 3 | 0.02 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 60 | 31 |
| 12 mai | 29.2 | 94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 4 |
| 19-mai | 27.4 | 66 | 6 | 2 | 4 | 0.04 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 27 | 235 |
| 26-mai | 28.3 | 72 | 3 | 2 | 1 | 0.02 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 35 | 125 |
| 02 juin | 17.7 | 82 | 1 | 0 | 1 | 0.006 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0.02 | 92 | 13 |
| 09 juin | 22.4 | 79 | 5 | 2 | 3 | 0.033 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.006 | 77 | 211 |
| 16 juin | 28.6 | 72 | 2 | 1 | 1 | 0.013 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 58 | 297 |
| 23 juin | 30.4 | 65 | 3 | 0 | 3 | 0.02 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0.006 | 45 | 385 |
| 30 juin | 30.7 | 63 | 4 | 1 | 3 | 0.026 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 714 |
| 07 juillet | 27.8 | 69 | 1 | 0 | 1 | 0.006 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 194 |
| 14juillet | 38 | 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 17 | 285 |
| 21 juillet | 38.5 | 64 | 3 | 1 | 2 | 0.02 | 15 | 8 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 276 |
| 28 juillet | 36.2 | 63 | 3 | 1 | 2 | 0.02 | 8 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0.006 | 14 | 269 |
| 04 août | 30.8 | 75 | 2 | 1 | 1 | 0.013 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.006 | 38 | 264 |

Tableau XVII : Résultats obtenus sur la variété Tomallow.

| dates | T°C | H% | Nbre œufs | Face sup | Face inf | Nbre œuf moyen | Larves | L1 | L2 | L3 | L4 | Chrysalides | Chrysalides moyen | Nbre adultes | Nbre mines |
|------------|------|----|-----------|----------|----------|----------------|--------|----|----|----|----|-------------|-------------------|--------------|------------|
| 28 avril | 26.5 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 05 mai | 26.9 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 11 |
| 12 mai | 29.2 | 94 | 1 | 0 | 1 | 0.006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 05 |
| 19 mai | 27,4 | 66 | 13 | 2 | 11 | 0.086 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.006 | 27 | 302 |
| 2 6 mai | 28.3 | 72 | 3 | 1 | 2 | 0.02 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 65 |
| 02 juin | 17.7 | 82 | 1 | 0 | 1 | 0.006 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 57 | 12 |
| 09 juin | 22.4 | 79 | 6 | 3 | 3 | 0.04 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 77 | 102 |
| 16 juin | 28.6 | 72 | 2 | 1 | 1 | 0.013 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 58 | 167 |
| 23 juin | 30.4 | 65 | 3 | 0 | 3 | 0.02 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0.006 | 45 | 219 |
| 30 juin | 30.7 | 63 | 11 | 1 | 10 | 0.073 | 17 | 0 | 15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 61 | 232 |
| 07 juillet | 27.8 | 69 | 7 | 4 | 3 | 0.046 | 13 | 2 | 8 | 1 | 2 | 0 | 0 | 33 | 219 |
| 14 juillet | 38 | 61 | 5 | 2 | 3 | 0.033 | 37 | 9 | 12 | 11 | 5 | 5 | 0.033 | 17 | 423 |
| 21 juillet | 38.5 | 64 | 4 | 1 | 3 | 0.026 | 38 | 10 | 16 | 9 | 3 | 2 | 0.013 | 3 | 473 |
| 28 juillet | 36.2 | 63 | 8 | 4 | 4 | 0.053 | 12 | 4 | 5 | 2 | 1 | 1 | 0.006 | 14 | 408 |
| 04 août | 30.8 | 75 | 4 | 1 | 3 | 0.026 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.006 | 38 | 385 |
| 11 août | 30.7 | 64 | 2 | 1 | 1 | 0.013 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 264 |
| 18 août | 28.6 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 423 |

Tableau XVIII: Résultats obtenus sur la variété Tavira.

| dates | T°C | H% | Nbre œufs | Face sup | Face inf | Nbre œuf moyen | Larve | L1 | L2 | L3 | L4 | Chrysalide | Chrysalide moyen | Nbre adultes | Nbre mines |
|------------|------|----|-----------|----------|----------|----------------|-------|----|----|----|----|------------|------------------|--------------|------------|
| 28 avril | 26.4 | 53 | 1 | 1 | 0 | 0.006 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 32 |
| 5 mai | 27.9 | 47 | 9 | 5 | 4 | 0.06 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 40 | 12 |
| 12 mai | 31.1 | 97 | 9 | 3 | 6 | 0.06 | 9 | 4 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 18 | 17 |
| 19 mai | 24.6 | 64 | 4 | 2 | 2 | 0.026 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.006 | 1 | 304 |
| 26 mai | 28.3 | 72 | 6 | 2 | 4 | 0.04 | 5 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0.013 | 20 | 256 |
| 02 juin | 17.8 | 85 | 4 | 1 | 3 | 0.026 | 14 | 4 | 1 | 4 | 5 | 0 | 0 | 72 | 41 |
| 09 juin | 22.4 | 79 | 3 | 1 | 2 | 0.02 | 16 | 3 | 2 | 6 | 5 | 1 | 0.006 | 41 | 61 |
| 16 juin | 28.6 | 72 | 2 | 1 | 1 | 0.013 | 19 | 4 | 7 | 4 | 4 | 2 | 0.013 | 22 | 165 |
| 23 juin | 32 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 7 | 9 | 5 | 1 | 0 | 0 | 10 | 268 |
| 30 juin | 32 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 7 | 5 | 3 | 8 | 0.053 | 27 | 175 |
| 07 juillet | 35.5 | 45 | 4 | 1 | 3 | 0.026 | 41 | 5 | 21 | 3 | 5 | 7 | 0.046 | 20 | 281 |
| 14 juillet | 37,6 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 90 | 36 | 37 | 7 | 10 | 26 | 0.173 | 18 | 432 |

Tableau XIX: Moyenne des taux de ponte sur les trois variétés étudiées et sur les faces supérieures et inférieures des folioles des trois variétés.

| | Niveau | N | Taux de ponte pour les trois variétés | | | Taux de ponte sur les faces sup et inf. |
|----------------|-----------------|----|---------------------------------------|----------|-----------------|---|
| | | | Espérance | Variance | Valeur observée | Valeur observée |
| Total | | | | | | |
| Variété | Cartier | 15 | 2.09 | 6.33 | 0.58 | 3.85×10^{-3} |
| Variété | Tomallow | 15 | 1.37 | 2.48 | 0.22 | 4.65 |
| Variété | Tavira | 12 | 1.75 | 2.98 | 0.38 | 0.07 |