



Memoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme Master 2 en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des Plantes Cultivées

Theme

**Contribution a l'étude de la
bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*
(MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae)
sur deux variétés de tomate sous serre (Dawson et Cartier)
au littoral de la wilaya de Tizi-Ouzou (Azeffoun)**

Présenté par : M^{elle} BALA Nora

Soutenu le 25/10/2015

Devant le jury :

M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO	Présidente
M ^{elle} CHOUGAR S.	MACA	UMMTO	Promotrice
M ^{me} GOUCEM-KHELFANE	MCB	UMMTO	Examinatrice
M ^{me} BOUAZIZ-YAHIA TENE	MACA	UMMTO	Examinatrice

Promotion : 2014/2015

Remerciements

Je tiens à exprimer mes profondes reconnaissances et mon respect, au terme de cette modeste étude, pour mon encadreur Melle CHOUGAR S. Maitre Assistante Classe A à l'UMMTO, pour ses conseils qu'elle m'a régulièrement prodigués, sa grande disponibilité et l'intérêt constant qu'elle a toujours manifesté à l'égard de mon travail, ses encouragements et son soutien incessants qui m'ont inspiré enthousiasme.

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 sagesse, ses orientations et je me permets de témoigner mes sincères satisfactions pour ses enseignements.

Mes sincères remerciements s'adressent également à madame GOUCEM-KHELFAANE Maitre de Conférences Classe B à l'UMMTO, pour avoir accepté de juger ce travail.

Mes sincères remerciements vont à madame BOUAZIZ-YAHIAENE Maitre Assistante Classe A à l'UMMTO, pour avoir accepté d'examiner ce présent travail.

Je remercie infiniment toute ma famille qui m'a soutenu et m'a donné le courage tout le long de mon cursus surtout ma mère et mon frère Abdenour.

Mon grand respect et mes remerciements vont à messieurs, AMROUCHE F. Chef de daïra Ouacif, Lamri H. Secrétaire Général de daïra Ouacif ou je suis pré-employée ainsi que DJABALI D. Responsable des forêts de LNI, d'avoir accepté de continuer mes études en Master en bonnes conditions.

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 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 m'a consacré de son temps.

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

Je tiens à remercier ma copine Djamila, qui m'a accompagné durant la période d'échantillonnage à Azeffoun et durant les deux années de Master.



À ma très chère maman , a mon cher papa.

À ma chère sœur: Nacira.

*À mes frères : Saïd et sa femme faïza, Mohamed,Rabah et sa femme
Djazira ,Abdenour,Mourad,Nourredine et sa fiancée Meriam.*

À mes neveux : Liza et Samy

À mes tantes et oncles, cousines et cousins.

À tous mes ami(e)s.

À tous ceux qui m'aiment...

Je dédie ce travail

Nora.B

Liste des figures

Figure 01 : Diffusion de la tomate dans le monde	4
Figure 02 : Diversité des tailles, des formes et des couleurs des tomates	5
Figure 03 : Différences entre les deux types de croissance de la tomate	6
Figure 04 : Système racinaire de la tomate.....	6
Figure 05 : Tige principale de la tomate.....	7
Figure 06 : Feuillage de la tomate.....	7
Figure 07 : Grappe de fleurs de tomate	8
Figure 08 : Fruits de tomate.....	9
Figure 09 : Section longitudinale et son schéma d'un fruit de tomate.....	9
Figure 10 : Section transversale et son schéma d'un fruit de tomate.....	9
Figure 11 : Graines de la tomate	10
Figure 12 : Différents stades phénologiques de la tomate.....	12
Figure 13 : Différents processus de maturation du fruit de tomate.....	12
Figure 14 : Quelques insectes auxiliaires pour culture de tomate.....	22
Figure 15 : carte de la distribution de <i>Tuta absoluta</i> dans le monde	24
Figure 16 : Direction d'avancement de <i>Tuta absoluta</i> en Algérie	24
Figure 17 : Gelechiidae type : adulte de <i>Tuta absoluta</i>	26
Figure 18 : Génitalia mâle de <i>Tuta absoluta</i>	27
Figure 19 : Génitalia femelle de <i>Tuta absoluta</i>	28
Figure 20 : Cycle biologiques de la mineuse de la tomate	30
Figure 21 : larves au stade L ₄ de <i>Tuta absoluta</i>	31
Figure 22 : Lésions causées par <i>Tuta absoluta</i> sur tomate	31
Figure 23 : Différents ennemis naturels de <i>Tuta absoluta</i>	33
Figure 24 : Différents types de pièges.....	34
Figure 25 : Teigne du Guatemala <i>Tecia solanivora</i>	36
Figure 26 : Teigne de la pomme de terre <i>Phthorimea opperculella</i>	36
Figure 27 : Mouche mineuse de la tomate <i>Liriomyza bryoniae</i>	36
Figure 28 : Situation géographique de la zone d'étude	37
Figure 29 : Photo satellitaire de la zone d'étude	38
Figure 30 : Photo satellitaire de site d'étude et parcelle expérimentale	39
Figure 31 : Les deux serres d'étude.....	39

Figure 32 : Variété de tomate Dawson	41
Figure 33 : Variété de tomate Cartier	42
Figure 34 : Pièges utilisés	43
Figure 35 : Hygrothermomètre	44
Figure 36 : Loupe binoculaire.....	44
Figure 37 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidité chez la variété Dawson.....	46
Figure 38 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidité chez la variété Cartier.....	47
Figure 39 : Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des deux variétés de tomate	48
Figure 40 : Influence de taux d'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés pour les deux variétés de tomate	50
Figure 41 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez la variété Dawson	51
Figure 42 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez la variété Cartier	52
Figure 43 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles chez la variété Dawson	53
Figure 44 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles chez la variété Cartier	54
Figure 45 : Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides chez la variété Dawson.....	55
Figure 46 : Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides chez la variété Cartier	56
Figure 47 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants chez la variété Dawson.....	58
Figure 48 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants chez la variété Cartier	59
Figure 49 : Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles chez la variété Dawson.....	59
Figure 50 : Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles chez la variété Cartier.....	60
Figure 51 : Taux d'infestation des folioles sur les trois niveaux des plants chez les deux variétés de tomate.....	61

Liste des tableaux

Tableau I : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate	13
Tableau II : Exigences en lumière et en humidité les plus favorables à la tomate durant son cycle de développement.....	14
Tableau III : Tableau comparatif des températures optimales du sol en fonction des différents stades de développement de la tomate.....	15
Tableau IV: Composition nutritionnelle moyenne du fruit de la tomate pour 100g net de la matière fraîche.....	17
Tableau V : Principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2007	18
Tableau VI : Evolution de la tomate maraichère en Algérie entre 2001-2009.....	19
Tableau VII : Superficie et production de la tomate maraichère et de la tomate protégée dans la région d'Azeffoun	20
Tableau IX : Durée de cycle de développement de <i>Tuta absoluta</i> en fonction de la température	29
Tableau X: Températures et humidités (minimales, maximales et moyennes) de la région d'étude, d'avril à Août 2014	40

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Chapitre I : Données bibliographiques sur la tomate *L. esculentum*

1. Origine et diffusion de la tomate dans le monde.....	3
2. Nomenclature et classification	4
2.1. Classification botanique.....	4
2.2 Classification génétique	5
2.3. Classification variétale selon le mode de croissance.....	5
3. Description botanique du plant de la tomate.....	6
3.1. Appareil végétatif	6
3.1.1. Système racinaire.....	6
3.1.2. Tige	7
3.1.3. Feuillage	7
3.2. Appareil reproducteur	8
3.2.1. Fleurs.....	8
3.2.2. Fruits	8
3.2.3. Graines	9
4. Caractéristiques physiologiques de la tomate	10
4.1. Cycle biologique de la tomate	10
4.1.1. Phase de germination	10
4.1.2. Phase de croissance.....	10
4.1.3. Phase de floraison	11
4.1.4. Phase de pollinisation	11

4.1.5. Phase de fructification et maturation	11
5. Exigences édapho-climatiques de la tomate	12
5.1. Exigences climatiques.....	12
5.1.1. Température de l'air.....	12
5.1.2. Lumière	13
5.1.3. Humidité de l'air	13
5.2. Exigences édaphiques	14
5.2.1. Nature du sol.....	14
5.2.2. Température du sol	14
5.2.3. Humidité du sol	15
5.2.4. pH du sol	15
5.2.5. Salinité du sol	16
6. Cultures de tomate.....	16
7. Importance de la tomate.....	16
7.1. Composition et valeur nutritionnelle des fruits de tomate	16
7.2. Propriétés médicinales de tomate	17
8. Production et importance économique de la tomate.....	18
8.1. Dans le monde	18
8.2. En Algérie	19
8.2.1. Production de tomate maraichère dans la wilaya de Tizi-Ouzou	19
8.2.2. Contraintes de la production de tomate en Algérie	20
9. Contraintes de la culture de tomate	21
10. Protection des cultures de tomate.....	21
11. Stratégies de lutte.....	21
11.1. Lutte culturale.....	21

11.2. Lutte biologique.....	22
-----------------------------	----

Chapitre II : Données bibliographiques sur la mineuse de la tomate *T.absoluta*

1. Introduction.....	23
2. Origine et évolution de la distribution de la mineuse de la tomate.....	23
2.1. Dans le monde.....	23
2.2. En Algérie.....	24
3. Position taxonomique.....	25
4. Généralités sur l'ordre des lépidoptères.....	25
5. Généralités sur la famille des Gelechiidae.....	25
6. Description de la mineuse de la tomate.....	26
6.1. Description morphologique.....	26
6.1.1. Etude de génitalia.....	27
6.2. Description biologique.....	29
6.2.1. Cycle biologique.....	29
7. Symptômes et dégâts.....	31
8. Stratégie de lutte.....	32
8.1. Mesures culturales et prophylactiques.....	32
9.2. Lutte biologique.....	32
8.3. Lutte biotechnique.....	34
8.4. Lutte variétale.....	34
8.5. Bioinsecticides.....	35
8.6. Insecticides.....	35
9. Confusion possible avec d'autres espèces voisines.....	35

Chapitre III : Partie expérimentale

1. Objectif de l'étude	37
2. Présentation de la zone d'étude	37
3. Site d'étude et parcelle expérimentale de la variété Dawson et Cartier	38
4. Contexte climatique de la zone d'étude	40
4.1. Température	40
4.2. Humidité relative de l'air	40
5. Matériels et méthodes	41
5.1. Sur terrain	41
5.1.1. Matériel végétal	41
5.1.1.1. Caractéristiques des deux variétés hybrides de tomate Dawson et Cartier	41
5.1.2. Pièges utilisés	42
5.1.2.1. Pièges à eau avec phéromones « Pièges sexuels »	42
5.1.2.2. Plaques adhésives jaunes « Pièges adhésifs »	43
5.1.3. Hygrothermomètre	44
5.2. Au laboratoire	44
6. Méthodes d'échantillonnage	45
7. Résultats	45
7.1 Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité	46
7.2. Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des deux variétés de tomate	48
7.3. Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans les serres des deux variétés de tomate	49
7.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles	51
7.5. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles	53

7.6. Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides.....	55
7.7. Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants	58
7.8. Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles	59
7.9. Taux (%) d'infestation des folioles sur les trois niveaux des plants chez les deux variétés de tomate.....	61
7.10. Taux (%) de ponte sur les deux faces des folioles chez les deux variétés de tomate	62
7.11. Comparaison des taux de ponte sur les deux variétés de tomate.....	62
8. Discussion des résultats	63
Conclusion	68

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction générale

La tomate cultivée (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une plante herbacée qui fait partie de la famille des Solanacées. Elle est originaire du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud (Shankara et *al.*, 2005).

La tomate fait partie des espèces légumières, les plus cultivées à travers le monde. Elle occupe la deuxième place dans la production maraîchère ; vu son intérêt économique, nutritionnel et médicinal. Elle est très bénéfique pour la santé en raison de sa teneur en vitamines, en quantités considérables de caroténoïdes (lycopène), en glucides, en protéines, en sels minéraux ainsi qu'en huiles essentielles (Belateche, 2005).

La production de tomate n'a cessé de progresser régulièrement ces dernières décennies dans le monde, elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 124 millions de tonnes en 2006. Pour son importance, elle est amenée à croître dans les prochaines années, notamment, du fait de l'incitation à consommer davantage de fruits et de légumes (FAO, 2008).

Actuellement, elle tient une place de choix dans la consommation, avec un volume de production de plus de 126 millions de tonnes et une superficie cultivée supérieure à 04 millions d'hectares (Blancard et *al.*, 2009).

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. La superficie cultivée est passée de 167 60 ha en 2001 avec une production de 3 735 340 qx à 20 789 ha en 2009 avec une production de 6 410 343 qx. Près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à sa culture (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 qx/ha (Snoussi, 2010).

Le rendement de tomate en Algérie reste toujours faible et assez éloigné de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Maroc, Espagne, France, Italie), où les rendements varient entre 350 qx/ha à 1500 qx/ha (FAO, 2008).

La culture de tomate en général, est sujette à la déprédation de différentes maladies (bactériennes, fongiques, etc.) et de nombreux ravageurs tels que les insectes qui ont un impact considérable sur le rendement (sous serres, en plein champ).

Introduction générale

Actuellement, 1/3 de la production agricole mondiale est anéantie d'une année à une autre à cause d'énormes dégâts enregistrés, de la culture des semis, jusqu'à leur commercialisation (FAO, 2008).

En effet, la tomate est exposée à différentes maladies qu'il faudrait identifier, maîtriser et trouver des moyens de lutte (Blancard et *al.*, 2009).

Tuta Absoluta, mineuse de la tomate est un microlépidoptère de la famille des Gelichiidae, est un parasite dévastateur de la tomate. La larve creuse de grandes galeries dans des feuilles, dans des tiges, au niveau des bourgeons apicaux, et des fruits verts et mûrs, causant des pertes substantielles de rendement jusqu'à 100% de tomate cultivée sous serre et en plein champs. La larve peut s'alimenter sur toutes les parties de la plante de tomate et peut perturber toutes les étapes de la croissance. L'hôte principal est la culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum*) mais cet insecte peut s'attaquer également à la culture des autres solanacées et mauvaises herbes solanacées. *Tuta Absoluta* est un parasite de la tomate dans beaucoup de pays sud-américains. En 2006, *Tuta Absoluta* a été identifiée la première fois en Espagne. En 2007, le parasite a été détecté dans plusieurs autres pays européens (la France et l'Italie) et méditerranéens (Maroc, Algérie et Tunisie).

Notre travail est une contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *T.absoluta* (Meyrick) sur deux variétés de tomate à savoir Dawson et Cartier, sous les conditions des serres, au sein d'une même exploitation agricole à Azeffoun.

L'objectif de cette présente étude serait de déterminer le nombre de générations de *T.absoluta* pour chacune des deux variétés de tomate étudiées sous l'influence des facteurs climatiques (Température et Humidité) et de relever l'existence ou non d'une résistance variétale, et ce durant la période de notre étude.

Ce présent document est scindé en trois chapitres, le premier et le deuxième chapitre porteront sur l'étude bibliographique de la plante hôte (la tomate) et de l'insecte ravageur (*Tuta absoluta*). Le troisième chapitre portera sur le volet expérimental qui englobera : matériels et méthodes, résultats et discussion et enfin terminé par une conclusion et des perspectives.

Chapitre 1

**Données bibliographiques
sur la tomate *Lycopersicon
esculentum***

1. Origine et diffusion de la tomate dans le monde

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est originaire des régions andines côtières du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud, d'une zone allant du Sud de la Colombie au Nord du Chili et de la côte Pacifique au contrefort des Andes (Colombie, Équateur, Pérou, Nord du Chili) (fig.01). En effet, ce n'est que dans ces régions que se trouvent les diverses espèces de l'ancien genre *Lycopersicon*. Parmi ces dernières une seule espèce *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage ceraciforme, *Solanum lycopersicum* (la tomate cerise) pourrait être directement à l'origine de nos variétés, qui aurait migré de sa zone d'origine vers le Sud de l'Amérique du Nord, où elle a été domestiquée. Cette espèce est actuellement répandue dans toutes les régions tropicales du globe, mais il s'agit d'introductions récentes (Chaux et Foury, 1994 ; Shankara et al., 2005).

C'est au XVI^{ème} siècle, au Mexique actuel, que la tomate à gros fruits a été découverte et domestiquée. Les indigènes l'appelaient « Tomati » ; ce nom provient d'un nom Aztèque «Zitomate » (Kolev, 1976).

Au départ, les Européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses en l'occurrence, *Hyocimus niger*, *Lycopersicum atropa*. En effet, elle a été longtemps considérée comme une plante toxique, au même titre que sa cousine « la mortelle belladone ». Ce n'est que vers les années 1920-1930 qu'elle commença à être largement commercialisée (Menard, 2009).

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

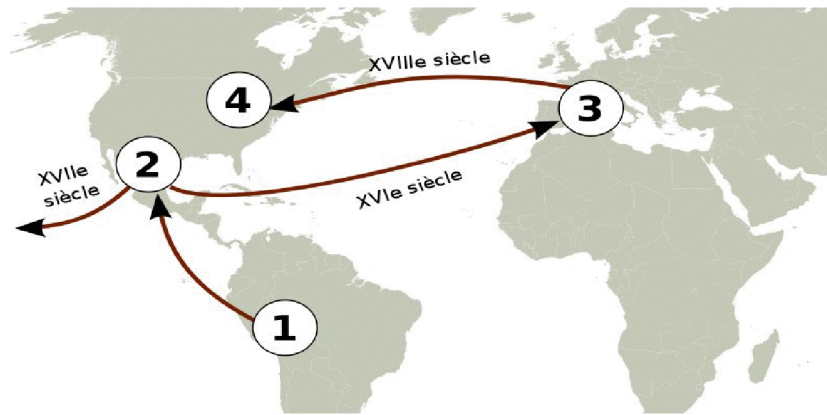


Figure 01 : Diffusion de la tomate dans le monde (Shankara *et al.*, 2005)

1. Pérou : centre de diversification.
2. Mexique : premier centre de domestication.
3. Europe : deuxième centre de domestication.
4. Etat-Unis : troisième centre de domestication.

2. Nomenclature et classification

Les botanistes modifièrent à plusieurs reprises les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. Elle a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*, c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philippe Mill en 1754, qui a été retenue (Munro et Small, 1997).

2.1. Classification botanique

Cronquist (1981) ; Gaussen *et al.* (1982) proposèrent la classification de la tomate qui est largement suivie :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Polemoniales
Sous-ordre	Solanales
Famille	Solanacées
Genre	Solanum ou Lycopersicon
Espèce	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.

2.2 Classification génétique

La tomate cultivée, *Lycopersicon esculentum* Mill, est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques, dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte chromosomique compte actuellement 235 gènes localisés avec précision (Gallais et Bannerot, 1992).

La structure de la fleur de *Lycopersicon esculentum* assure une cleistogamie (autogamie stricte), mais elle peut se comporter comme une plante allogame et, peut avoir jusqu'à 47% de fécondation croisée dans la nature (Publishers, 2004).

Selon Polese (2007), ces deux types de fécondation divisent la tomate en deux variétés qui sont :

- **Variétés fixées** : Il existe plus de cinq cents variétés fixées (conservent les qualités parentales). Leurs fruits sont plus au moins réguliers, sont sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative.
- **Variétés hybrides** : Elles sont plus nombreuses et relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960.

2.3. Classification variétale selon le mode de croissance

On distingue, plusieurs catégories de tomates qui sont classées selon leurs caractères botaniques, morphologiques (fig.02) et selon le mode de croissance de la plante (la formation des feuilles, inflorescence et bourgeons), qui déterminent l'aspect et le port que revêt le plant. Ainsi, la plupart des variétés ont un port dit indéterminé (fig.03), à l'opposé des autres dites à port déterminé (fig.03) et des variétés buissonnantes (Shankara et al., 2005).



Figure 02: Diversité des tailles, des formes et des couleurs des tomates (Publishers, 2004)

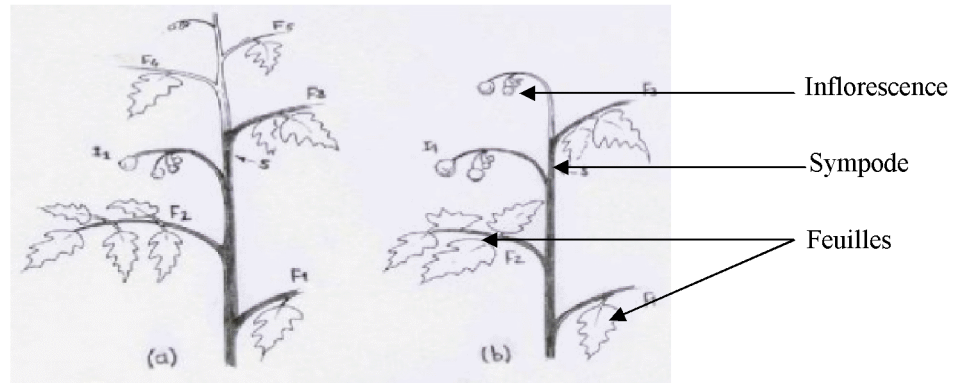


Figure 03 : différences entre les deux types de croissance de la tomate

(Atherton et Harris, 1986)

(a) : indéterminée.

(b) : déterminée.

3. Description botanique du plant de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle, appartenant au groupe des légumes - fruits (Baba Aissa, 1999).

3.1. Appareil végétatif

3.1.1. Système racinaire

La tomate présente une puissante racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm à 1 m. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices (fig.04) (Shankara et al., 2005).



Figure 04 : Système racinaire de la tomate (Shankara et al., 2005)

3.1.2. Tige

La tige est grosse, se lignifie en vieillissant, renflée aux nœuds, fortement bifurquée, recouverte d'une écorce verte, rude et poilue au toucher. Elle porte des feuilles alternées, épaisses et ramifiées donnant un arbuste large et empli (fig.05). La tige peut avoir une hauteur de 30 à 400 cm et cela en fonction des variétés et des conditions de culture. Les variétés cultivées sous serre, montent haut et par conséquent doivent être tuteurées ou palissées (Kolev, 1976).



Figure 05 : Tige principale de la tomate (Originale, 2014)

3.1.3. Feuillage

Selon Chaux et Foury (1994), les feuilles sont alternées, disposées en spirale sur la tige, de 15 à 50 cm de long et de 10 à 30 cm de large, composées de 05 à 07 folioles principales et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires (fig.06). Le pétiole mesure entre 03 et 06 cm.



Figure 06: Feuillage de la tomate (Originale, 2014)

3.2. Appareil reproducteur

3.2.1. Fleurs

Les fleurs sont bisexuées ou hermaphrodites puisque les organes mâles (androcée = étamines) et femelles (gynécée = pistil) sont tous les deux dans la même fleur, elles sont régulières mesurant entre 1.5 et 2 cm de diamètre (fig.07).

La structure de la fleur assure une autogamie stricte, mais la fécondation croisée peut avoir lieu grâce aux insectes pollinisateurs (Polese, 2007).



Figure 07: Grappe de fleurs de tomate (Originale, 2014)

3.2.2. Fruits

Selon Chaux et Foury (1994), les fruits de tomate sont des baies charnues (fig.08), à placenta central comportant de 02 à 05 loges carpellaires (selon les variétés) remplies de gel (fig.09 ; 10) groupées par bouquet et fixées au rameau porteur. Ces fruits se présentent sous plusieurs formes (ronde, allongée, oblongue, cubique, plate, ovoïde ou sphérique), de tailles variables (petite, moyenne ou grande) et de couleur (rouge foncé, rose, bleuâtre, orange, jaune et même blanche). Cette diversité de coloration est due à la présence des deux principaux pigments, le carotène : couleur jaune et le lycopène : couleur rouge. Les loges peuvent renfermer un nombre de graines très variable, en moyenne de 50 à 100 et déterminent la grosseur du fruit qui va de 50 à 105g.



Figure 08: Fruits de tomate (Originale, 2014)

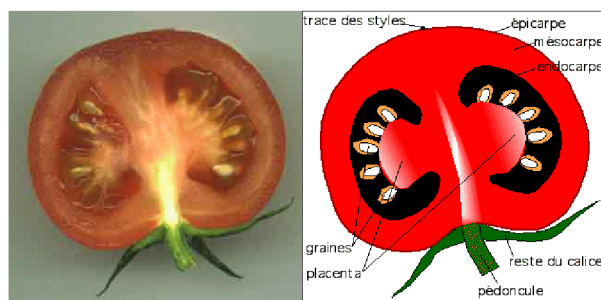


Figure 09: Section longitudinale et son schéma d'un fruit de tomate (Chaux et Foury, 1994)

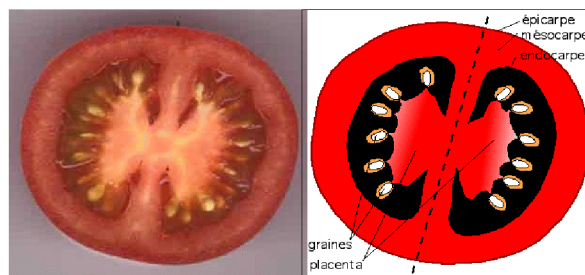


Figure 10: Section transversale et son schéma d'un fruit de tomate (Chaux et Foury, 1994)

3.2.3. Graines

Les graines sont nombreuses, aplaties, petites, de 03 à 05 mm de long et de 02 à 04 mm de large et de couleur beige (Fig. 11). Leur longévité est de 03 à 05 ans, et on compte 300 à 400 graines par gramme. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Chaux et Foury, 1994).



Figure 11: Graines de la tomate (G x10) (Chaux et Foury, 1994)

4. Caractéristiques physiologiques de la tomate

De nombreux travaux de recherche ont été faits sur la tomate, ce qui nous permet de connaître assez bien son cycle biologique, ses exigences, ainsi que les conditions du milieu, lui permettant un développement optimum et une bonne productivité (Heller, 1981).

4.1. Cycle biologique de la tomate

D'après Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif complet, de la graine au fruit de la tomate (fig.12), varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3.5 à 04 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (07 à 08 semaines de la graine à la fleur et 07 à 09 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

4.1.1. Phase de germination

A température ambiante comprise entre 18°C et 24°C, la levée s'effectue au bout de 06 à 08 jours. Au dessus du sol apparaissent la tigelle et les deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible (Gallais et Bannerot, 1992).

4.1.2. Phase de croissance

La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les 02 premières vraies feuilles découpées apparaissent vers le 11^{ème} jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20^{ème} jour. Au bout d'un mois environ, il y a

03 à 04 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).

4.1.3. Phase de floraison

Durant cette phase, il y aura transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur (Chaux et Foury, 2003). La floraison s'échelonne de bas en haut. Elle dure un mois à un mois et demi (Rey et Costes, 1965).

4.1.4. Phase de pollinisation

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

La libération et la fixation du pollen reste sous 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).

4.1.5. 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 (Demol et al., 2002).

Les mêmes auteurs ajoutent que 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 (fig. 13).



Figure 12 : Différents stades phénologiques de la tomate (Gallais et Bannerot, 1992)



Figure 13 : Différents processus de maturation du fruit de tomate (Leboeuf, 2004)

5. Exigences édapho-climatiques de la tomate

5.1. Exigences climatiques

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Shankara et al., 2005).

5.1.1. Température de l'air

Selon Shankara et al. (2005), la température est le facteur le plus déterminant dans la production de la tomate. Celle-ci réagit énormément aux variations thermiques qui ont lieu pendant son cycle de croissance (Tableau I). Les températures optimales pour la plupart des variétés de tomate se situent entre 20 et 25°C le jour et entre 13 et 17°C la nuit. Au dessus de 30°C, le lycopène, pigment responsable de la couleur rouge de fruit ne se forme plus. C'est le pigment β carotène qui se forme donnant ainsi une coloration jaune-orange au fruit.

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

Phases de développement	Température (°C)		
	Minimale	Intervalle optimale	Maximale
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Développement de la couleur rouge	10	20-24	30

5.1.2. Lumière

La tomate est une culture neutre à la photopériode. Cependant, elle est exigeante en énergie lumineuse. Une luminosité insuffisante durant la période de végétation a une influence défavorable sur le développement des jeunes plantes de 06 à 07 cm de hauteur. En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruits et leur couleur (Tableau II) (Chibane, 2009).

5.1.3. Humidité de l'air

La tomate est très sensible à l'hygrométrie, elle ne tolère pas l'humidité élevée (plus de 80%). Une hygrométrie relativement optimale de 60% à 65%, est la meilleure pour la fécondation (Tableau II). Le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits (Laumonier, 1979).

Une humidité relative trop élevée, couplée à des températures élevées, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre-nœuds, par contre, elle favorise le développement des maladies, notamment la pourriture grise et le mildiou (Bamouh, 1999).

Tableau II : Exigences en lumière et en humidité les plus favorables à la tomate durant son cycle de développement (Jacob, 1978)

Stade de développement	Lumière (lux)	Humidité de l'air (%)
Germination (avant levée)	Nulle	76
Elevage des jeunes plants	10000 à 12000	75 à 80
Développement végétatif	10000 à 12000	70 à 80
Floraison	Importante du moment de la germination du pollen	60 à 65
Développement des fruits	16 heures d'éclairement	60 à 70

5.2. Exigences édaphiques

5.2.1. Nature du sol

Selon Shankara *et al.* (2005), la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention de l'eau et une bonne aération. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine.

5.2.2. Température du sol

La température du sol est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Cette dernière augmente avec la température, jusqu'à une valeur optimale de 25°C et entre 15 et 20°C, il y aura un meilleur pourcentage de levée (Tableau III) (Rey et Costes, 1965).

Tableau III : Tableau comparatif des températures optimales du sol en fonction des différents stades de développement de la tomate selon [Chaux \(1972\)](#) ; [Jacob \(1978\)](#) ; [Laumonier \(1979\)](#)

Stade de Développement	Température du sol (°C)		
	Chaux	Jacob	Laumonier
Germination	25	20 à 25	25
Production des plants	15 à 20	15 à 20	15 à 20
Développement du végétal	15 à 25	15 à 18	15 à 20
Floraison	15 à 20	15 à 20	15 à 20
Fructification	20 à 25	18 à 20	18 à 20

Toutefois selon [Mouhouche \(1988\)](#) et [Bamouh \(1999\)](#), les basses températures (inférieures à 10°C) provoquent un ralentissement de la croissance et du développement des plantes.

Selon les mêmes auteurs, les températures élevées favorisent la croissance de la plante, au détriment de l'inflorescence qui peut avorter.

5.2.3. Humidité du sol

La tomate est exigeante en humidité du sol. L'humidité optimale du sol pour des terres argilo-siliceuses est de 75 à 80 % ceci permet une bonne germination et une bonne croissance des jeunes plantes, et il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pendant la fructification. L'abaissement de l'humidité et de la température du sol, crée un déficit hydrique, et par conséquent réduit la photosynthèse et la transpiration ([Munro et small, 1997](#)).

5.2.4. pH du sol

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais, elle pousse mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 ([Shankara et al., 2005](#)).

5.2.5. Salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels allant de 2 à 4 g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité, correspond à la germination et au début du développement de la plante (Bentvelsen, 1980).

Des recherches ont été menées afin de produire des tomates transgéniques aptes à être cultivées en sol salin. Ces plantes transgéniques régénérées ont montré la faculté de pouvoir croître sur des sols riches en sels (Dore et Varoquaux, 2006).

6. Cultures de tomate

La tomate est cultivée selon deux systèmes principaux qui sont : culture en plein champ et culture sous abri "abri léger, en serre et culture hydroponique"... dans le cadre de deux filières distinctes : la tomate de marché, pour la consommation en frais, et la tomate d'industrie pour la transformation (conserves, surgelés, plats cuisinés...) (Shankara et al., 2005).

La culture sous abris vise à produire les tomates au long de l'année. Elle permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol (Jeannequin et al., 2005).

7. Importance de la tomate

La tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine. Elle est consommée soit crue, soit cuite, ou comme un produit transformé tels que jus de fruits, sauces et conserves (Favier et al., 2003).

7.1. Composition et valeur nutritionnelle des fruits de tomate

La tomate joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Elle est très pauvre en calories (15 Kcal, soit 63 kilojoules pour 100g de la matière fraîche) et contribue au bon équilibre acido-basique de l'organisme (Menard, 2009). Sa composition nutritionnelle est consignée dans le tableau qui suit :

Tableau IV: Composition nutritionnelle moyenne du fruit de la tomate pour 100g net de la matière fraîche (Regal, 1995)

Composants	Teneurs (g/100g de MF)	Composants	(µg/100 g de MF)
Glucides	2,80 - 4,70	β-carotène	449
Protides	0,80 - 1,10	δ-carotène	101
Lipides	0,10 - 0,30	Lycopène	2573
Eau	93,4 - 95,2	Lutéine/zéaxanthine	123
Fibres alimentaires	0,5 - 1,5	Phytoène	1860
Minéraux (K, Ca, Cl, P,...)	0,6	Phytofluène	820
Vitamines (C, B, E, A)	0,02		

7.2. Propriétés médicinales de tomate

Dans les dernières décennies, la consommation de tomate a été associée à la prévention de plusieurs maladies comme le cancer ou les maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité. Cet effet protecteur a été principalement attribué à ses précieux composants bioactifs avec propriétés antioxydants, comme les carotènes, l'acide ascorbique, tocophérol et les composés phénoliques (Periago *et al.*, 2009).

Le lycopène, le plus puissant antioxydant caroténoïdien a montré d'autres effets bénéfiques sur la santé tels que l'induction de la communication entre les cellules, la modélisation des hormones du système immunitaire et d'autres voies métaboliques (Borguini *et Torres*, 2009).

La tomate diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium (Sharoni *et Levi*, 2006).

8. Production et importance économique de la tomate

8.1. Dans le monde

La tomate est le deuxième légume le plus consommé au monde après la pomme de terre avec plus de 100 millions de tonnes vendues chaque année, dont 30 millions destinés à la transformation industrielle. Cette culture est répartie, dans toutes les zones climatiques, car elle est cultivée sous abris chauffés dans les régions les plus froides (Belateche, 2005).

Selon Giove et Abis (2007), l'importance économique de la tomate devient réellement évidente au travers de l'évolution de sa production mondiale au cours du temps. La production mondiale de tomates a progressé régulièrement au cours du XX^{ème} siècle et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Elle est passée de 74 millions de tonnes en 1978 à 89 millions de tonnes en 1998 et atteint 124 millions de tonnes en 2006 et 124 875 millions de tonnes en 2007. Les deux premiers pays producteurs mondiaux sont la Chine avec 25,34% suivie des Etats-Unis avec 08,48% (Tableau V).

Tableau V : Principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2007 (Giove et Abis, 2007)

pays	Production 10 ³ tonnes	%	pays	Production 10 ³ tonnes	%
Monde	124 875	100%	Maroc	1 206	00,96%
Chine	31 644	25,34%	Portugal	1 085	00,86%
USA	11 043	8,48%	Nigeria	1 057	00,84%
Turquie	10050	08,04%	Algérie	1 023	00,81%
Inde	8 586	06,87%	Tunisie	960	00,76%
Egypte	7 600	06,08%	Syrie	946	00,75%
Italie	7 187	05,75%	Canada	839	00, 67%
Iran	4 781	03,82%	Cuba	803	00,64%
Espagne	4 651	03,72%	France	790	00,63%
Brésil	3 453	02,76%	Japon	758	00,60%
Mexique	2 800	02,24%	Argentine	660	00,52%
Fédération Russe	2 296	01,83%	Hollande	660	00, 52%
Grèce	1 712	01,37%	Roumanie	627	00,50%
Ukraine	1 472	01,17%	Autres	14869	12,06%
Ouzbékistan	1 317	01,05%			

8.2. En Algérie

La tomate est considérée comme culture stratégique en Algérie. Notre pays est classé 18^{ème} producteur de tomate dans le monde avec une production de 1 023 000 tonnes en 2007 et 6,5 millions de quintaux en 2009. Les principales wilayas productives de la tomate en Algérie sont : Annaba, Skikda, El Taref, Guelma, Tipaza et Chlef. La superficie réservée à cette culture se stabilise autour de 20 000 ha dont celle de la wilaya de Chlef est de 657,22 ha durant l'année 2010 (Snoussi, 2010).

Selon Bensalem (2009), la tomate occupe une place privilégiée dans le secteur maraicher en Algérie. Sa production est en plein expansion, à la faveur de nombreux programmes mis en place par le Ministère de l'agriculture et du développement rural. A cet effet, de nouvelles techniques de productions sont introduites ces dernières années permettant plus de rendement à l'hectare (Tableau VI).

Tableau VI : Evolution de la tomate maraichère en Algérie entre 2001-2009 (Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2009).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Superficies Ha	16760	17820	18650	19432	19655	20436	20079	20789	21089
Production/Qx	3735340	4013640	4569330	5121950	5137280,4	5489336	5673134	5592491	6410343
Rendement Qx/Ha	222,87	225,20	245,00	263,60	243,60	268,60	282,50	284,50	308,40

8.2.1. Production de tomate maraichère 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 maraichère 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 maraichère et de la tomate protégée dans la région d'Azeffoun (DSA, 2014).

Commune	Tomate maraichère (y compris la tomate protégée)		Tomate protégée	
	Superficie Ha	Production Qx	Superficie Ha	Production Qx
Azeffoun	4,24	2111	0,24	252
Ait Chafaa	7,96	4456	0,96	1051

8.2.2. Contraintes de la production de tomate en Algérie

Selon Belateche (2005), les rendements obtenus en Algérie sont faibles, cela est dû à de nombreuses contraintes que rencontre la production de la tomate.

➤ Contraintes techniques

- L'insuffisance des travaux de préparation du sol ;
- Le non respect des dates de repiquage ;
- Manque de vulgarisation d'équipements ;
- Manque d'eau pour l'irrigation, surtout la mauvaise gestion de l'eau.

➤ Contraintes économiques

Les contraintes économiques sont révélées par un manque de subventions pour cette filière et une taxe pénalise le produit fini. Ce qui fait du produit algérien l'un des produits le plus cher au monde à cause des charges de la main d'œuvre élevées, puisque la culture est entièrement manuelle.

9. Contraintes de la culture de tomate

Les cultures de tomates peuvent être affectées par diverses attaques de ravageurs (nématodes, acariens, insectes, ... etc.) et de maladies fongiques, bactériennes ou virales, par la concurrence de mauvaises herbes, par des accidents de végétation ou par des agressions abiotiques (Tableau VIII en annexes), dont l'importance varie selon le type de culture et les conditions climatiques (Blancard *et al.*, 2009).

Selon Laumonier (1979), la tomate est très peu sensible aux insectes, par contre, elle se révèle très sensible aux attaques des champignons, des bactéries et des virus, parfois, ils atteignent toutes les parties de la plante.

Il y a près de 200 maladies qui ont été décrites sur la tomate au niveau mondial (Gallais et Bannerot, 1992).

10. Protection des cultures de tomate

Le maintien d'un bon état sanitaire des cultures de tomates suppose une extraction rationnelle des semences et des soins aux pépinières aboutissant à la protection de plants sains, puis, éventuellement, des traitements antiparasitaires en végétation adaptés aux conditions climatiques locales et au mode de culture. Mais il sera très important aussi d'avoir fait au préalable le choix d'une variété adaptée et pourvue d'un certains nombre de caractères de résistances (Blancard *et al.*, 2009).

11. Stratégies de lutte

11.1. Lutte culturale

Un sol sain contribue à éviter plusieurs problèmes causés par les ravageurs et les agents causals des maladies présents dans le sol, comme la fonte des semis et les nématodes à galles. Durant le repiquage, il faut veiller à ne pas abimer les jeunes plants, car les blessures permettent aux maladies de pénétrer dans les plantes (Alabouvette *et al.*, 2003).

Selon les mêmes auteurs, la lutte culturale est l'ensemble des méthodes de lutte contre les ravageurs basées sur les procédés culturaux tels que le labour et les rotations culturales.

11.2. Lutte biologique

Pour les cultures de tomate, on fait appel à des systèmes de lutte biologique très élaborés. Des ennemis naturels « auxiliaires » (fig.14) sont lâchés pour lutter contre les principaux ravageurs comme les pucerons, les araignées rouges et les mouches blanches. Dans les cultures de plein champ, les lâches de parasitoïdes qui s'attaquent aux mineuses des feuilles de tomate peuvent donner des efficacités intéressantes (Grasselly *et al.*, 2009).

Les mêmes auteurs rajoutent que malheureusement les luttes les plus utilisées contre les principaux ravageurs et contre les maladies qui menacent les cultures de tomates sont les pesticides chimiques qui est la méthode de lutte la plus fréquente en Algérie, ainsi que l'utilisation des OGM « organismes génétiquement modifiés » malgré leurs conséquences nuisibles sur la santé des consommateurs.

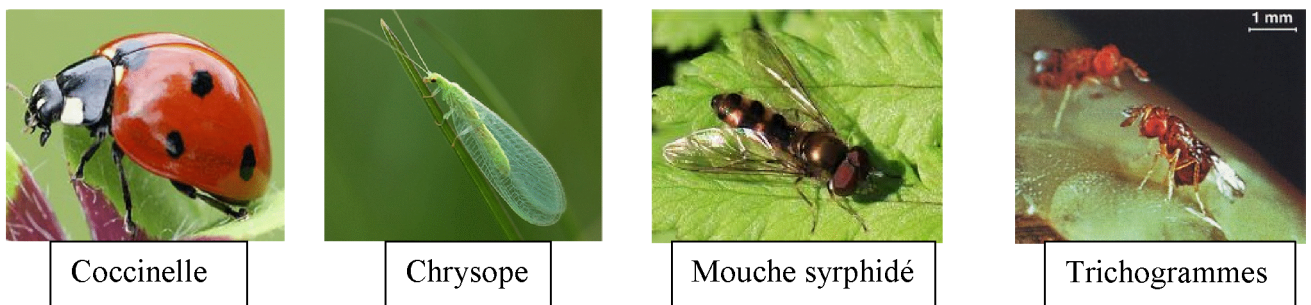


Figure 14: Quelques insectes auxiliaires pour culture de tomate (Grasselly *et al.*, 2009)

Dans l'intérêt de minimiser les dégâts sur les cultures de tomate, nous nous sommes intéressés à un des ravageurs particulièrement dangereux ; la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, qui fera l'objet d'une étude bibliographique dans le second chapitre.

Chapitre 2

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

Tuta absoluta

1. Introduction

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, est un insecte ravageur récemment introduit dans les pays méditerranéens y compris l'Algérie. Ce papillon a un potentiel de reproduction élevé. Son hôte principal est la tomate (*Lycopersicon esculentum*), mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées (l'aubergine (*Melogena de solanum*), pepino (*Muricatum de solanum*), ...) et aux mauvaises herbes des solanacées (*Datura stramonium*, *Lylium chilense*, *Solanum nigrum*, ...) (Pereyra et Sanchez, 2006). Les plants de tomates peuvent être contaminés de l'état de semence à celui de plante mature. Il s'attaque principalement aux feuilles et aux fruits. Ce ravageur est particulièrement dangereux dans les champs ou dans les serres sévèrement infestées, il peut générer jusqu'à 100% de pertes de rendement de tomates cultivées (Urbaneja et al., 2007).

2. Origine et évolution de la distribution de la mineuse de la tomate

2.1. Dans le monde

Fraval (2009) affirme que ce ravageur est originaire de l'Amérique du Sud. Il a été déclaré pour la première fois au Japon en 1962. Deux ans après en Argentine, puis il s'est propagé vers d'autres pays de l'Amérique latine (Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Uruguay et Venezuela).

Il a été signalé en Europe en 2006, dans la province de Castellan (Espagne). En 2007, plusieurs foyers ont été repérés le long de la côte méditerranéenne dans la province de Valence et aux Baléares. En 2008, on signale des dégâts au Sud de la France (Corse, région d'Ajaccio, de Propriano, de Bastia, Var et Bouches-du-Rhône) et en Italie, au Maroc (dans trois régions distantes), en Algérie et en Tunisie. En 2009, il a été trouvé en Grande-Bretagne, Pays-Bas, Albanie, Suisse, Portugal, Malte et au Nord de la France. Plus récemment, en 2010 dans la Province d'Izmir en Turquie (fig. 15) (Ramel, 2010).

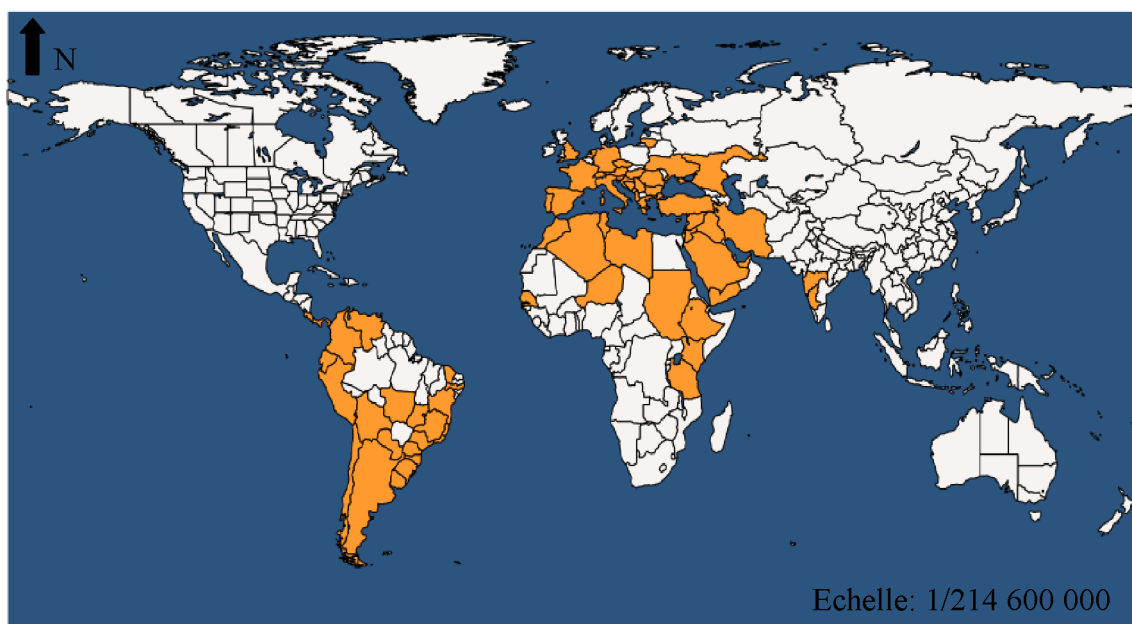


Figure 15 : carte de la distribution de *Tuta absoluta* dans le monde (Anonyme, 2015)

2.2. En Algérie

En Algérie, la mineuse de la tomate a été signalée au printemps 2008, les premiers foyers ont été observés dans les serres de tomate de la commune de Mazargan tout près de Mostaganem et rapidement étendus, aux communes mitoyennes (fig.16) (Guenaoui, 2008).

En 2009, seize wilayas productrices de la tomate sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El Taref, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) et actuellement ce ravageur est présent dans toutes les wilayates productrices de tomate (Snoussi, 2010).

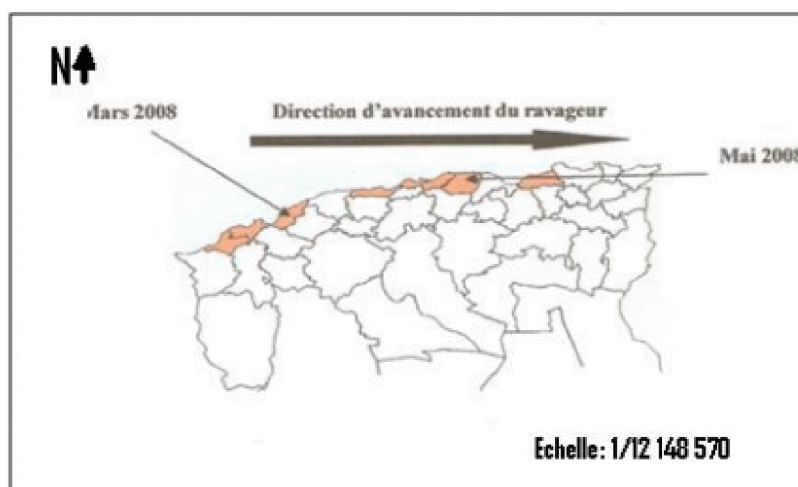


Figure 16 : Direction d'avancement de *Tuta absoluta* en Algérie (Guenaoui, 2008)

3. Position taxonomique

Selon [Gonzalez \(1989\)](#), *T. absoluta* se classe comme suit :

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Lépidoptères
Sous-ordre	Microlépidoptères
Super-famille	Gelechioide
Famille	Gelechiidae
Sous famille	Gelechiinae
Genre	<i>Tuta</i>
Espèce	<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917)

4. Généralités sur l'ordre des lépidoptères

[Dierl \(1979\)](#) rappelle que les lépidoptères se caractérisent par deux paires d'ailes membraneuse recouvertes d'écailles colorées (Lépido : écaille, Pteron : aile). C'est un ordre d'insectes dont la forme adulte est communément appelée papillon et dont la larve est une chenille.

5. Généralités sur la famille des Gelechiidae

Selon [Ramel et Oudard \(2008\)](#), les Gelechiidae constituent une famille importante, qui renferme près de 5000 espèces réparties à travers le monde. Les papillons appartenant à ce groupe sont en général de petite taille, comprise entre 05 et 20 mm et de couleur terne. Ils possèdent des antennes filiformes, faisant le 5/6 des ailes. Les ailes postérieures sont étroites et frangées.

[Povolny \(1994\)](#) affirme que cette famille comprend des espèces nuisibles de première importance, telles que la teigne de la pomme de terre *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) et la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (fig.17).

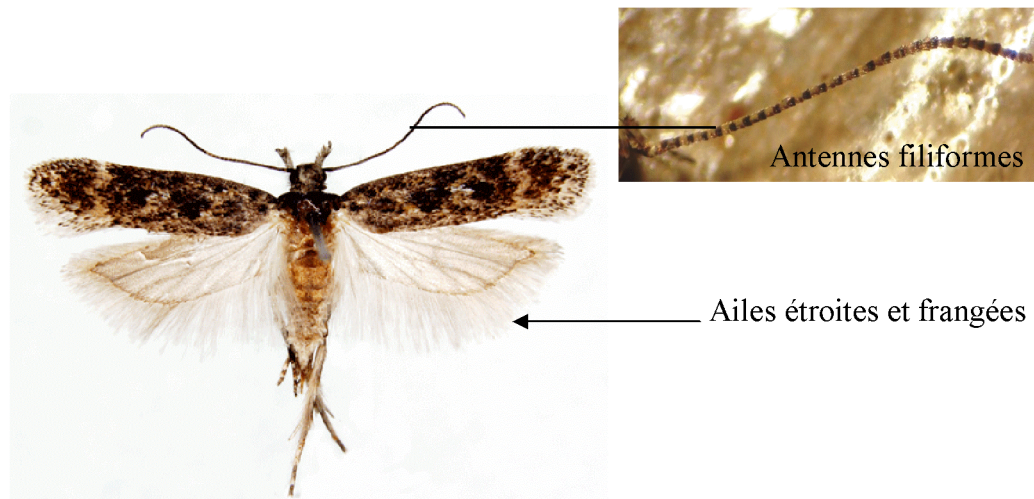


Figure 17 : Gelechiidae type : adulte de *Tuta absoluta* (Povolny, 1994)

6. Description de la mineuse de la tomate

6.1. Description morphologique

Selon Fernandez et Montagne (1990), *T. absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) est un microlépidoptère, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Les adultes sont des petits papillons qui mesurent entre 5 à 7mm de long et environ 10 à 12 mm d'envergure. Ils sont gris argenté avec des tâches brunes et noires sur les ailes antérieures. Les ailes postérieures sont étroites et frangées et qui sont trapézoïdales à apex pointu, alors que les nervations sont identiques à la famille des Géléchiidae. Les antennes sont longues et filiformes qui atteignent 80% de la longueur du corps alternant segments clairs et sombres.
- Les œufs sont de très petites tailles (0,36 mm de long et 0,22 mm de large), de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre, puis ils virent au brun-noir avant l'éclosion.
- De l'éclosion à la nymphose, les chenilles passent par 4 stades de développement, sont au départ de couleur crème (1^{er} stade) puis deviennent verdâtres et rose clair ou arborent des stries roses le long du dos aux derniers stades larvaires. Le stade L3 mesure entre 4,5 et 4,6 mm de long et le stade L4 (dernier stade) mesure entre 7,3 et 7,7 mm. Elles ont une bande noire derrière la tête quand elles atteignent leur dernier stade de développement. Les larves pénètrent dans la plante tout de suite après leur éclosion.

6.1.1. Etude de génitalia

Selon Badaoui (2004), les génitalia sont les pièces sclérotinisées de l'appareil reproducteur mâle et femelle, ils jouent un rôle primordial dans l'identification des espèces et plus largement dans la systématique des lépidoptères. Ils sont parfois les seuls critères morphologiques possibles de déterminer une espèce donnée.

a. Génitalia mâle

Berkani et Badaoui (2008), rappellent que le génitalia mâle (fig.18) est composé de plusieurs pièces qui sont :

- ✓ Valves : elles sont aplaties et légèrement courbées avec une entaille dans leurs parties internes. Les parties centrales présentent une forte expansion en forme de dents ;
- ✓ Gnathos : il se place exactement entre les deux valves et à la même hauteur ;
- ✓ Vinculum : le vinculum de la mineuse de tomate est plus long que large ;
- ✓ Pénis ou édéage : est le seul organe détaché du génitalia, au repos il traverse le vinculum, la transtila et arrive jusqu'au gnathos. Il est épais et muni d'un organe crochu au sommet.

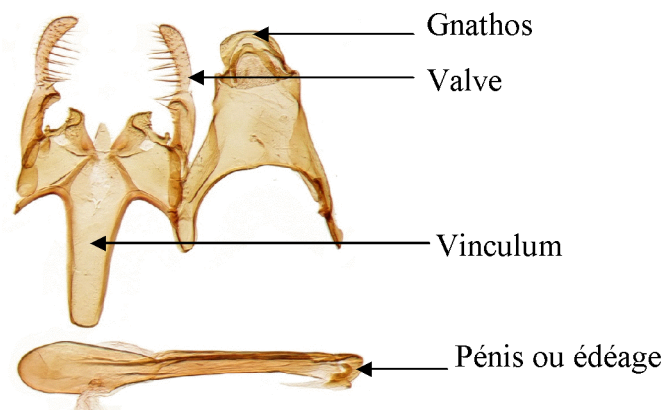


Figure 18 : Génitalia mâle de *Tuta absoluta* (Badaoui et Berkani, 2011)

b. Génitalia femelle

Berkani et Badaoui (2008), rappellent que le génitalia femelle (fig.19) est composé de plusieurs pièces qui sont :

- ✓ Bourse copulatrice ;
- ✓ Signum ;
- ✓ Canal copulateur ;
- ✓ Apophyse ;
- ✓ Papilles anales.

Le canal copulateur est indépendant de la bourse copulatrice, cette dernière a la forme d'un entonnoir conique (Gonzalez, 1989).

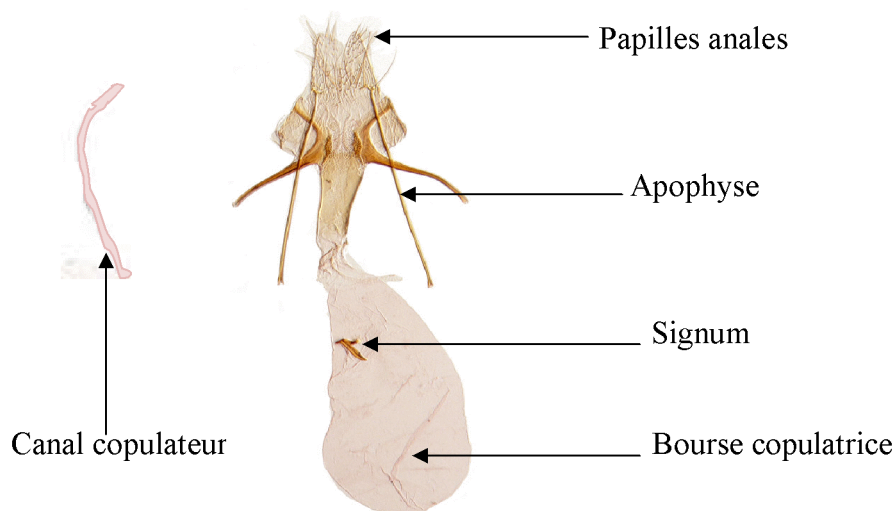


Figure 19 : Génitalia femelle de *Tuta absoluta* (Badaoui et Berkani, 2011)

6.2. Description biologique

6.2.1. Cycle biologique

Mahdi *et al.* (2011) affirment que *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Si les conditions climatiques sont favorables, 10 à 12 générations peuvent se succéder en une année. Les pontes comprennent en moyenne 150 œufs par femelle, environ 50 œufs par ponte unique. Les femelles pondent de préférence sur la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures (encore petits et verts). Les œufs sont le plus souvent déposés individuellement, mais aussi parfois en petits groupes de 02 à 05. Le cycle de développement (fig.20) se présente en quatre stades larvaires, un état nymphal et un état imago.

D'après Barrientos *et al.* (1998), la mineuse de la tomate hiberne sous forme d'œuf, de larve ou de chrysalides, et son développement redémarre dès que les conditions sont plus favorables. Sa température minimale d'activation est de 09°C, mais elle supporte aussi des températures plus basses.

Selon les mêmes auteurs, la durée du cycle de développement est en relation directe avec les conditions environnementales. C'est entre 20 et 25 °C que le développement de l'œuf à l'imago est extrêmement le plus rapide, à peine 30 jours. Il prend 76 jours à 14°C, 39 jours à 19°C et 21.1 à 23 jours à 27°C (Tableau VIII).

Tableau IX : Durée de cycle de développement de *Tuta absoluta* en fonction de la température (Trottin Caudal *et al.*, 2010)

T (°C)	Œuf (j)	Larve (j)	Chrysalide (j)	Total (j)	Adulte (j)
15	10	36	21	67	23
20	7	23	12	42	17
22	6,1	13,3	10,1	29,5	/
25	4	15	7	27	13
27	3,2	9,7	8,2	21,1	/
30	/	11	6	20	9

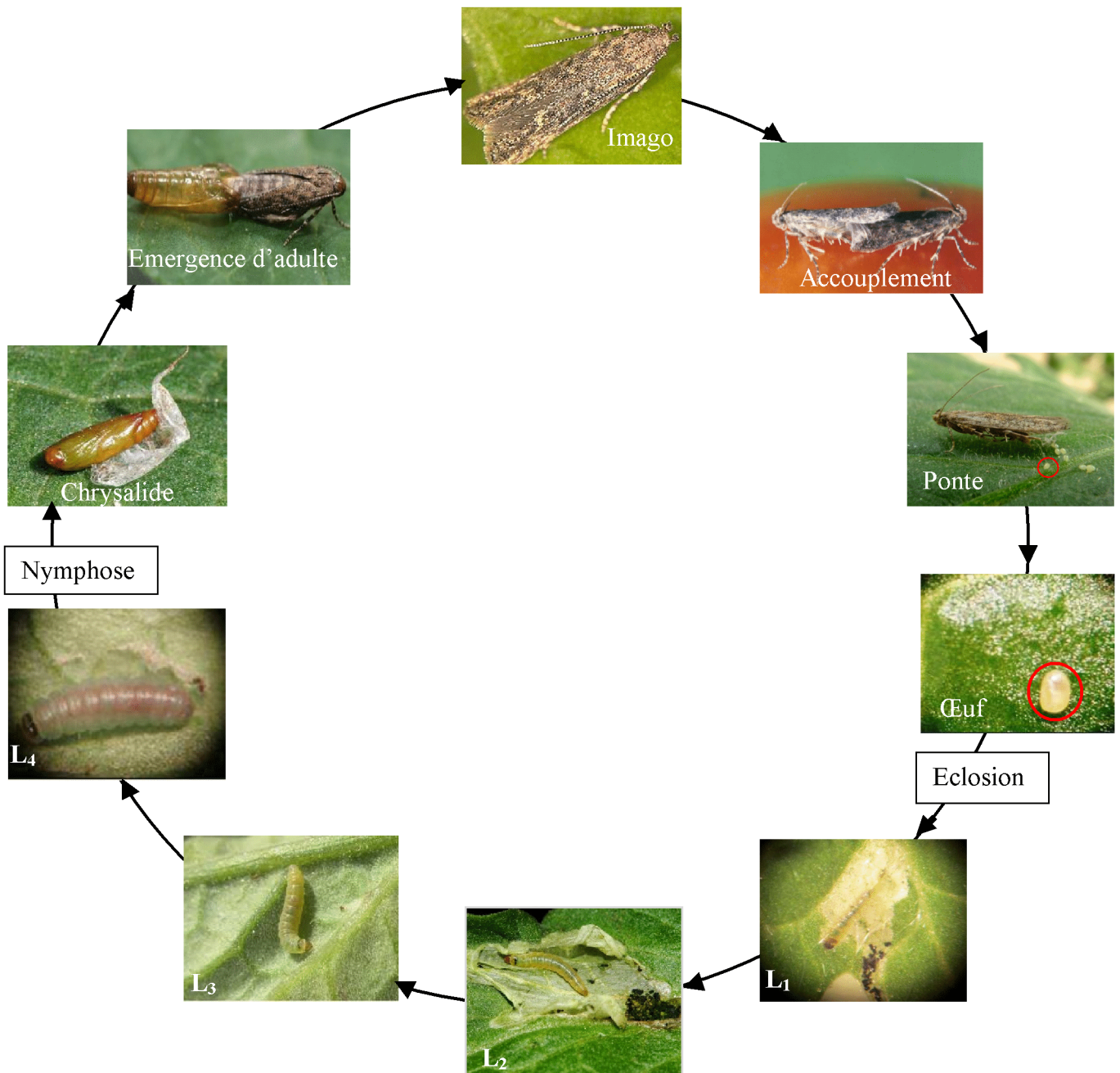


Figure 20 : Cycle biologiques de la mineuse de la tomate (G×8) (Originale, 2014)

L1-L2-L3-L4 : Les quatre stades larvaires.

7. Symptômes et dégâts

Les larves de *T. absoluta* creusent des mines et des galeries sur les organes aériens de la tomate dans lesquelles elles se développent. Sur les feuilles, les attaques se manifestent par l'apparition des galeries ou des mines, qui apparaissent comme des taches irrégulières, blanchâtres à translucides devenant progressivement brunes et nécrotiques (fig.21 et 22). Les larves dévorent chacune 02 à 03 cm² de parenchyme (mésophylle) de feuille en ne laissant subsister que l'épiderme. Les fruits verts, comme les fruits mûrs, sont aussi affectés ; ils sont plus au moins parsemés de galeries et de trous de sortie. Ces derniers permettent parfois à des envahisseurs secondaires de provoquer diverses pourritures. Des galeries peuvent apparaître sur les jeunes tiges perturbant le développement des plantes (Ramel et Oudard, 2008).

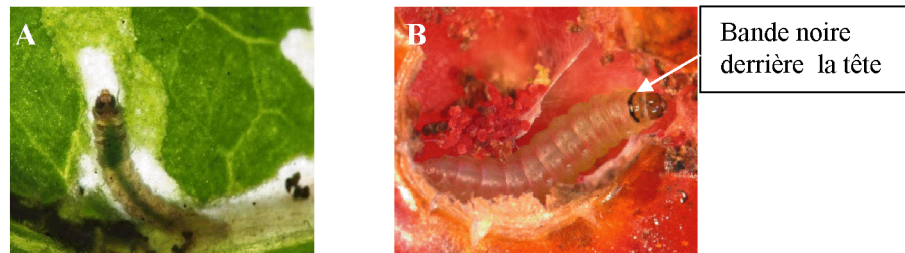


Figure 21 : larves au stade L₄ de *Tuta absoluta* G×8 (Originale, 2014)

A : en dévorant le limbe foliaire de la tomate.

B : en dévorant la chair d'une tomate mûre.



Figure 22 : Lésions causées par *Tuta absoluta* sur tomate (Originale, 2014)

A : sur une foliole.

B : sur un fruit immature.

C : sur un fruit mur.

D : sur une tige.

8. Stratégie de lutte

Pour lutter contre ce ravageur de façon efficace, il est essentiel d'intégrer tous les moyens et toutes les méthodes disponibles et autorisées de manière responsable, permettant un contrôle de cet insecte et une protection de la culture qui respectera aussi bien l'agriculteur, le consommateur et l'environnement par l'emploi raisonné et complémentaire des mesures culturales, prophylactiques, biologiques et phytopharmaceutiques (Chenouf, 2011).

8.1. Mesures culturales et prophylactiques

Chenouf (2011) préconise les mesures culturales et prophylactiques suivantes :

- ✓ Eliminer les plants et les organes atteints, les brûler puis effectuer un traitement.
- ✓ Désherber les serres et les parcelles de plein champ afin de supprimer les plantes refuges susceptibles d'héberger *T. absoluta*.
- ✓ Un paillage intégral du sol est souhaité.
- ✓ Choisir les plants sains sans présence de signes de *T. absoluta*.
- ✓ Protéger les ouvrants et ouvertures des serres par l'installation des filets insect-proof, qui empêchent l'entrée des adultes de *T. absoluta* ou d'autres insectes volants.
- ✓ Effeuillez régulièrement les plantes parasitées et éliminer les feuilles atteintes.
- ✓ Respecter un délai de vide sanitaire d'environ 6 semaines, entre l'arrachage d'une culture infestée et une autre plantation.
- ✓ Désinfecter les sols entre deux plantations, or la solarisation qui est indiquée dans ce sens pour se débarrasser au maximum possible des chrysalides.

9.2. Lutte biologique

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 (Guistolin et Vendramin, 2011).

Tuta absoluta est soumise aux attaques de plusieurs ennemis naturels, appartenant aux divers groupes taxonomiques, tels que les champignons entomopathogènes (*Beauveria bassiana* et *Metarhizium*), les nématodes (*Steinernema carpocapsae*) et les insectes auxiliaires (prédateurs et parasitoïdes) (fig.23), cependant seules quelques espèces d'insectes, présentent réellement un intérêt en lutte biologique tels que les Trichogrammes et les Macrolophus (Risso *et al.*, 2011).

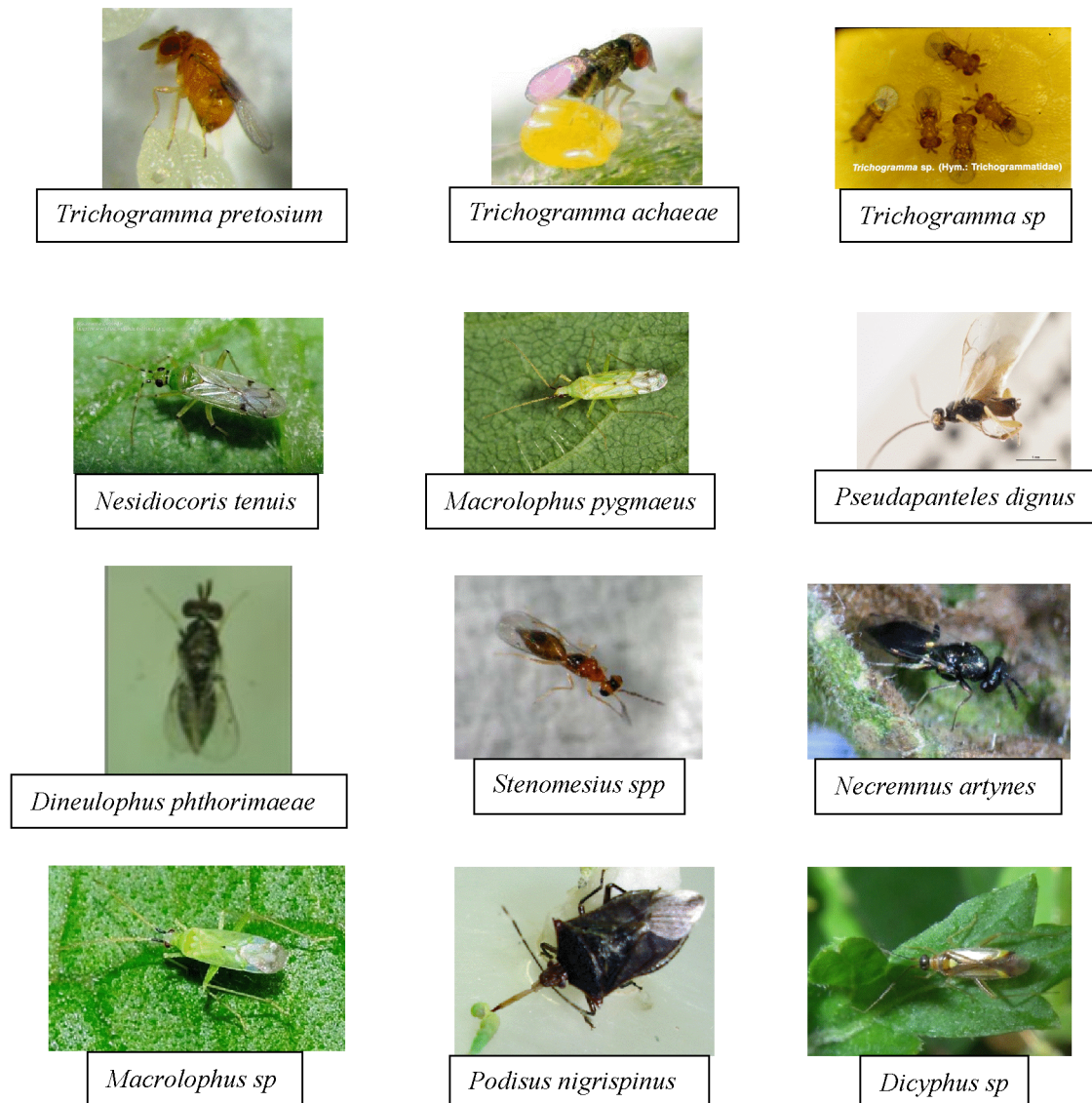


Figure 23 : Différents ennemis naturels de *Tuta absoluta* (Risso *et al.*, 2011)

8.3. Lutte biotechnique

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *Tuta absoluta* à l'aide des pièges à phéromones sexuelles (pièges à eau avec phéromones) (fig. 24.A) et à glue (plaques adhésives jaunes) (fig.24.B) qui sont mis en place soit afin de détecter précocement la possible présence de cet insecte ravageur à proximité des entrées des serres et d'évaluer le risque potentiel pour la parcelle, soit aussi dans les cultures afin de réduire la population présente (Idrenmouche, 2011). Les pièges à phéromones sont actuellement la méthode de surveillance la plus fiable. Un entretien régulier est indispensable (changement des capsules à phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide) (Bodendörfer *et al.* 2011).



Figure 24 : Différents types de pièges (Originale, 2014)

A : piège à eau avec phéromones.

B : plaque adhésive jaune.

8.4. Lutte variétale

Une stratégie alternative est utilisée pour réduire les dégâts causés par *Tuta absoluta* et d'assurer un développement de variétés commerciales résistantes.

La tomate sauvage *lycopersicon hisutum f. glabratum* a été signalée comme étant résistante à la mineuse de la tomate. Cette variété produit plusieurs métabolites, qui lui permettent de résister aux insectes phytophages (Mirnezhad *et al.*, 2009).

Selon Simmons et Gurr (2005), les trichomes de *L. hirsutum* constituent une véritable barrière physique et chimique, qui permet à la plante de résister à *Tuta absoluta*. Au niveau des symptômes foliaires, on observe un nombre important de petites mines qui démontrent l'inaptitude des larves de *T. absoluta* à s'alimenter des feuilles de *L. hirsutum*, qui abandonnent leurs mines à la recherche d'autres endroits moins résistants et faciles à dévorer.

8.5. Bioinsecticides

Il s'agit de traitements à l'aide d'insecticides autorisés et d'origine biologique (naturelle). Le Bt (issu de la bactérie *Bacillus thuringiensis*) est un larvicide à appliquer en fin de journée. Une formulation de spinosad (issu de la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*) a été autorisée sur tomate contre les chenilles défoliatrices ; elle semble efficace mais pas inoffensive pour les auxiliaires. Ces deux traitements sont à renouveler en fonction de la situation (Ecole et al., 1999).

En 2001, Guistolin et al., ont démontré que la combinaison d'un génotype résistant de *Lycopersicon*, avec l'utilisation d'un bioinsecticide (de type Bt), permet d'éliminer plus efficacement les larves de *Tuta absoluta*.

8.6. Insecticides

La capacité élevée de *T. absoluta* d'avoir des générations plus courtes, représente un risque majeur de développement de la résistance aux insecticides ; il serait facile de générer une population résistante à partir de quelques individus résistants. Les insecticides efficaces sont peu nombreux ce qui amplifie la fréquence de leur utilisation et donc, l'augmentation de la pression de sélection et le risque d'apparition de la résistance. Pour prévenir l'apparition de cette dernière, il convient d'utiliser les insecticides de manière raisonnable ; de respecter pour chaque produit, les doses prescrites, le nombre d'applications préconisées par an et d'alterner les matières actives d'un traitement à l'autre (Guenoui, 2008).

9. Confusion possible avec d'autres espèces voisines

L'apparence des larves de certaines espèces et la similarité des dégâts observés sur la plante peuvent entraîner des confusions avec *T. absoluta*. En effet, il existe de nombreux insectes mineurs appartenant à l'ordre des Lépidoptères, exemple de la teigne guatémaltèque de la pomme de terre *Tecia solanivora* (fig.25), la teigne de la pomme de terre *Phthorimea operculella* (fig.26), la mineuse du marronnier *Cameraria ohridella*, (Deschka et Dimic), des diptères (la mouche mineuse *Liriomyza bryoniae* (fig.27), mineuse du poireau *Napomyza gymnostoma*, Loew) et des hyménoptères (la petite mineuse du bouleau *Femusa pusilla*, Lepeltier) qui sont à l'origine de mines de formes très variées (Sinclair et Hugus, 2010).

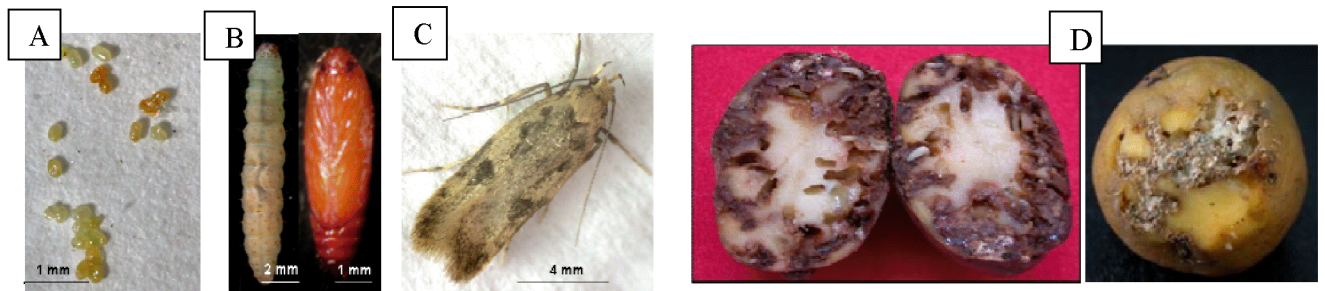


Figure 25 : Teigne du Guatemala *Tecia solanivora* (Espinel-Correal, 2010)

A : Œufs.

B : Larve (stade 4) et Chrysalide.

C : Adulte.

D : Dégâts produits par les larves sur la pomme de terre.

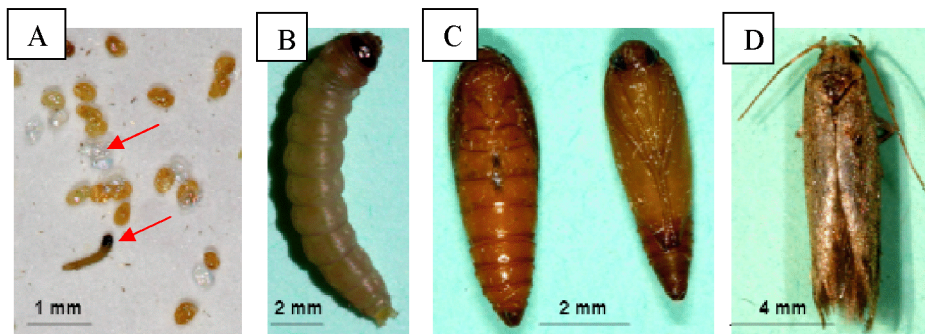


Figure 26 : Teigne de la pomme de terre *Phthorimea opperculella* (Espinel-Correal, 2010)

A : Œufs et larve de stade 1.

B : Larve de stade 4.

C : Chrysalides.

D : Adulte.

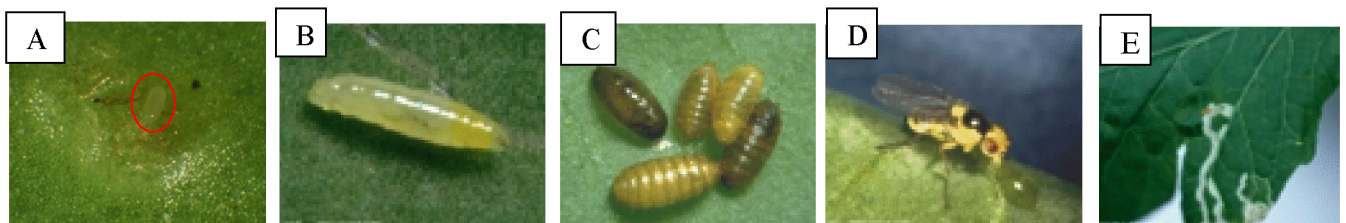


Figure 27 : Mouche mineuse de la tomate *Liriomyza bryoniae* (Ravidal et Rouzes, 2010)

A : Œuf.

B : Larve.

C : Pupes.

D : Adulte.

E : Dégâts produits par les larves sur foliole de tomate.

Chapitre 3

Partie expérimentale

1. Objectif de l'étude

L'objectif principal de notre étude est de suivre la bioécologie de *Tuta absoluta* durant quatre mois, du 28 Avril jusqu'au 04 Août (2014), afin de déterminer le nombre de générations de ce ravageur et de mettre en évidence l'influence des conditions des serres tels que les facteurs climatiques (Température et Humidité), de déterminer le type de piégeage le plus efficace à utiliser et de relever la présence ou non de la résistance variétale.

2. Présentation de la zone d'étude

Notre travail a été réalisé sous conditions de serres sur deux variétés hybrides de tomate : Dawson et Cartier à Azeffoun (Tizi Ouzou) (fig.28), une région du littoral Kabyle et plus exactement au village de M'letta, distant de 4 km à l'Ouest de la commune d'Azeffoun, à une altitude de 50 m à proximité de la route nationale N°24 (fig.29).



Figure 28 : Situation géographique de la zone d'étude (Guenaoui, 2008)

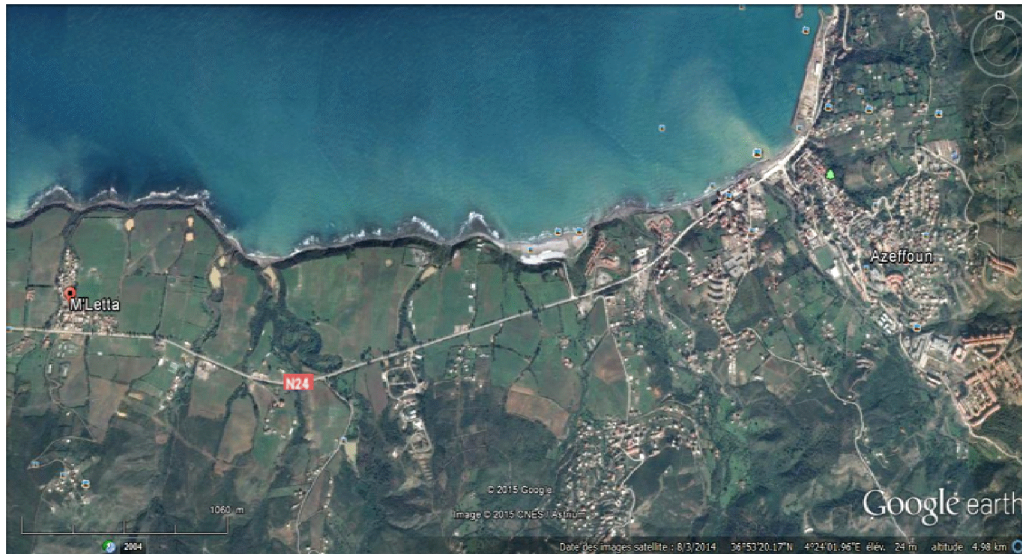


Figure 29 : Photo satellitaire de la zone d'étude (Google earth, 2014)

3. Site d'étude et parcelle expérimentale de la variété Dawson et Cartier

Le site de l'étude est une petite exploitation agricole familiale des Challal, il est situé du côté du littoral, une centaine de mètres seulement le sépare du bord de mer (fig.30).

La parcelle expérimentale est composée de 05 serres plantées l'une à côté de l'autre (fig.30) et qui ont les mêmes dimensions, soit une longueur de 50 m, une largeur de 8 m et une hauteur de 3 m. 03 serres sont exploitées pour la culture de tomate (dont l'une comprend 03 variétés (Dawson, Cartier et Tomallow) (fig.31.A) et deux exploitent exclusivement la variété Cartier). Les 02 serres restantes sont utilisées pour la culture du poivron.

Les deux serres d'étude de variété Dawson (fig.31.A) et Cartier (fig.31.B) ont été choisit au hasard, parmi d'autres serres de tomate. Elles sont mitoyennes.

Les techniques culturales et les travaux d'entretien utilisés sont : le labour, le binage, le buttage, le désherbage manuel, l'irrigation (système goutte à goutte), l'utilisation des traitements phytosanitaires contre les maladies fongiques ; telles que le mildiou, le botrytis et l'oïdium. Des phéromones sexuelles et plaques jaunes adhésives ont été utilisées pour piéger les adultes mâles de la mineuse de la tomate.

Nous notons un bon entretien de serres, où un nettoyage quasi quotidien est effectué. Les deux serres sont donc entretenues, et il y'a une absence totale de mauvaises herbes.



Figure 30 : Photo satellitaire de site d'étude et parcelle expérimentale (Google earth, 2014)

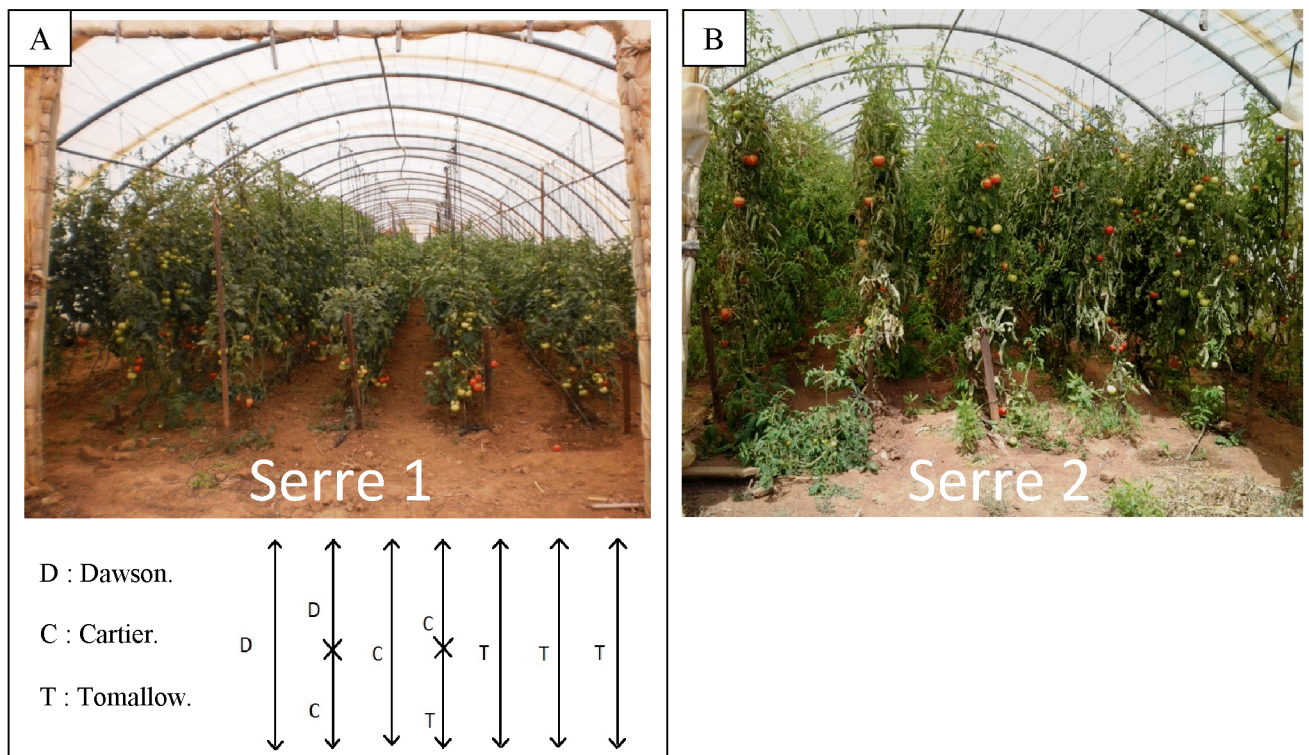


Figure 31 : Les deux serres d'étude (Originale, 2014)

A : Photo et schéma de la serre₁ à trois variétés.

B : Photo de la serre₂ à variété Cartier.

4. Contexte climatique de la zone d'étude

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade, 2004).

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

4.1. Température

Dajoz (2006) affirme que la température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus physiologiques en dépendent. En effet, ce facteur agit sur la bioécologie des êtres vivants.

D'après les données de l'année 2014, les températures minimales et moyennes les plus faibles sont enregistrées au mois d'Avril avec 13,3 et 16,9°C respectivement, tandis que les plus élevées sont enregistrées au mois de Juillet avec 22,5 et 26,5°C respectivement.

4.2. Humidité relative de l'air

Dajoz (1985) atteste que l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces, sur leur fécondité et sur leur comportement.

D'après les données de l'année 2014, 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 de 61%.

Tableau X: Températures et humidités (minimales, maximales et moyennes) de la région d'étude, d'avril à Août 2014 (DSA, 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

5. Matériels et méthodes

5.1. Sur terrain

5.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé consiste en deux variétés hybrides de tomate Dawson et Cartier.

5.1.1.1. Caractéristiques des deux variétés hybrides de tomate Dawson et Cartier

a. Caractéristiques de la variété Dawson

Le plant de la variété Dawson a un port indéterminé, de 2 m de hauteur environ, c'est une variété multiflore, en 5 à 6 bouquets floraux, a des fruits cordiformes, oranges strié de jaune, au cœur flamme rouge (fig.32), a une bonne saveur et riche en sucre, sa chair est pleine, juteuse, très fine et particulièrement sans pépins et présentant un très bon rendement avec des fruits tardifs, de 80 à 100 jours et de gros calibres d'une masse de 300 g à 1kg selon les conditions de culture (ITCMI, 2010).

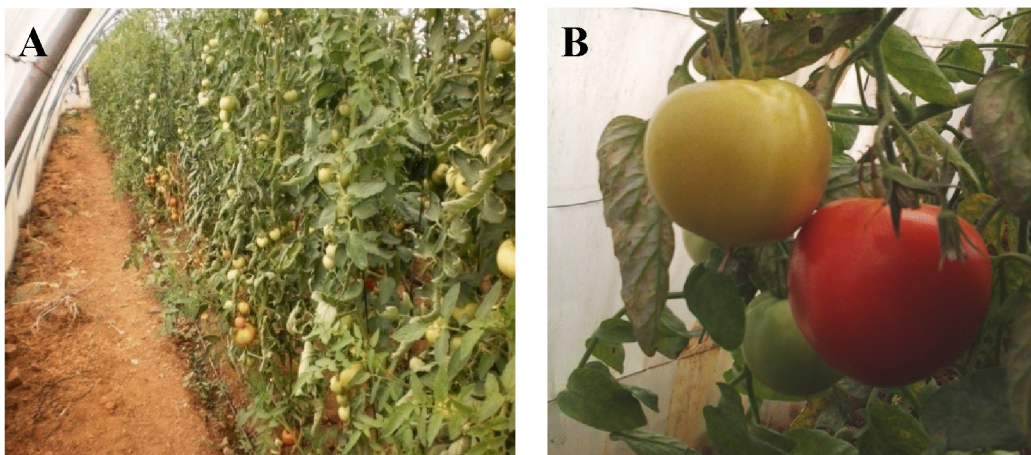


Figure 32 : Variété de tomate Dawson (Originale, 2014)

A : Plants.

B : Fruits.

b. Caractéristiques de la variété Cartier

Le plant de la variété Cartier a un port indéterminé, de 2 m de hauteur environ, c'est une variété multiflore, en 4 à 5 bouquets floraux, a des fruits ronds et légèrement aplatis, rouges strié de jaune, au cœur flamme rouge (fig.33), a une bonne saveur et riche en sucre, sa chair est ferme et bien charnue, juteuse, sa peau est un peu dure, résistante à l'éclatement, et présentant un très bon rendement de 5,5 Kg/pied avec des fruits tardifs, de 90 à 100 jours et de gros calibres d'une masse moyenne de 250 g. Cette variété présente une tolérance à certaines maladies comme le mildiou (ITCMI, 2010).



Figure 33 : Variété de tomate Cartier (Originale, 2014)

A : Plants.

B : Fruits.

5.1.2. Pièges utilisés

5.1.2.1. Pièges à eau avec phéromones « Pièges sexuels »

Les pièges à eau avec phéromones (fig.34.A) sont des récipients de 30 cm de diamètre environ, remplis d'eau contenant une petite quantité de détergent ou d'huile, jouant le rôle d'un mouillant au dessus desquels sont fixées des capsules à phéromones femelles utilisées pour capturer les adultes mâles de *Tuta absoluta*. Les papillons mâles ainsi attirés se noient. 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 ou directement aux branches s'il s'agit de piéger dans une frondaison (Leberre et Roth, 1969).

L'utilisation des pièges à eau avec phéromones s'est avérée très fructueuse pour l'étude des populations d'insectes en milieu herbacé tempéré (Duviard et Roth, 1973).

Nous avons utilisé ce type de piégeage durant toute la période d'expérimentation. Un seul piège est placé dans la première serre. Nous comptons le nombre de papillons mâles capturés pour chaque semaine. Les capsules à phéromones pour *Tuta absoluta* sont renouvelées toutes les 4 semaines.

5.1.2.2. Plaques adhésives jaunes « Pièges adhésifs »

Selon Roth (1972), les plaques jaunes avec de la colle (fig.34.B) sont utilisées pour la capture des insectes volants. Ils permettent d'estimer leur niveau de présence tout en les piégeant massivement. La couleur jaune est particulièrement utilisée pour capturer les Sciarides, Pucerons, Aleurodes, Mineuses et Thrips.

Le même auteur rajoute que les plaques sont engluées sur deux faces et fabriquées avec un polyéthylène souple pour une meilleure durée de vie. La quantité de pièges à utiliser est en fonction de la surface de culture à couvrir et du potentiel d'insectes à capturer (Un à deux pièges/200m² peuvent être positionnés pour plusieurs semaines). La capacité de piégeage de la glue est réduite devant une invasion massive d'insectes. Dans ce cas, il est préférable de changer le piège.

Un seul piège est installé au niveau de la deuxième serre, à l'entrée et à 2 m de hauteur.

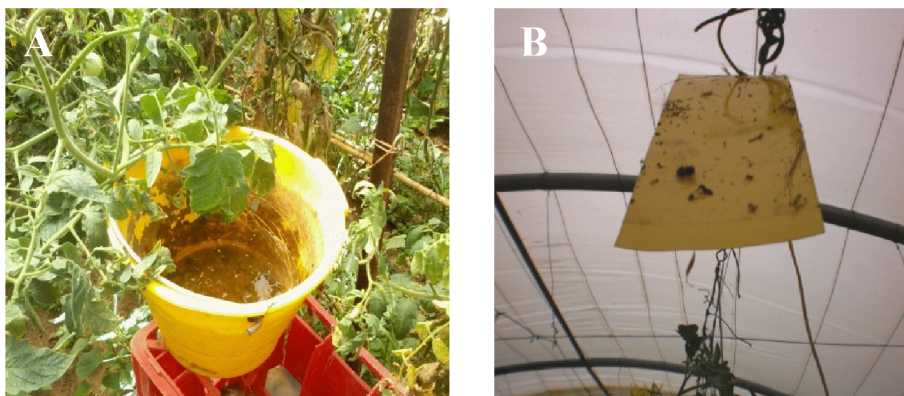


Figure 34 : Pièges utilisés (Originale, 2014)

A : Piège à eau avec phéromones.

B : Plaque adhésive jaune.

5.1.3. Hygrothermomètre

L'hygrothermomètre (fig.35) est un appareil de mesure qu'on place au milieu de chaque serre, pour enregistrer la température et le taux d'humidité relative environnant à l'intérieur de ces serres, et ce chaque semaine durant la période d'échantillonnage.



Figure 35 : Hygrothermomètre (Originale, 2014)

5.2. Au laboratoire

Au laboratoire est utilisée une loupe binoculaire (fig.36) pour observer, identifier et dénombrer les œufs, les larves et les chrysalides de *Tuta absoluta*. Parfois des pinces et des aiguilles sont nécessaires pour déloger les larves à l'intérieur des mines.



Figure 36 : Loupe binoculaire (Originale, 2014)

6. Méthodes d'échantillonnage

Au cours de toute la période expérimentale, un prélèvement manuel des feuilles de tomates a été effectué chaque semaine dans chacune des deux serres. Notre échantillonnage est de type systématique, il consiste en un prélèvement de 150 feuilles pour chacune des deux variétés de tomate sur 50 plants choisis au hasard (50 apicales, 50 intermédiaires et 50 basales). Il est à noter que le dénombrement d'adultes mâles capturés par les deux pièges exploités se fait à l'intérieur des serres au moment de l'échantillonnage.

Concernant l'étude statistique, nous avons utilisé : logiciel Stat box, test de régression linéaire, test de Wilcoxon/ test de Student et test de Mann-Whitney.

7. Résultats

Les valeurs des températures, les taux d'humidité enregistrés, le nombre d'adultes mâles capturés, Le nombre des quatre stades larvaires ainsi que des chrysalides, le nombre d'œufs pondus sur les folioles et le nombre des mines sur les folioles sont représentés dans le tableau XI (annexes) pour la variété Dawson et dans le tableau XII (annexes) pour la variété Cartier.

Le nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles et selon l'étage foliaire sont représentés dans le tableau XIII (annexes) pour les deux variétés.

7.1 Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés, selon les variations de température et d'humidité

7.1.1. Première serre à variété Dawson (avec piège à eau avec phéromones) (fig.37)

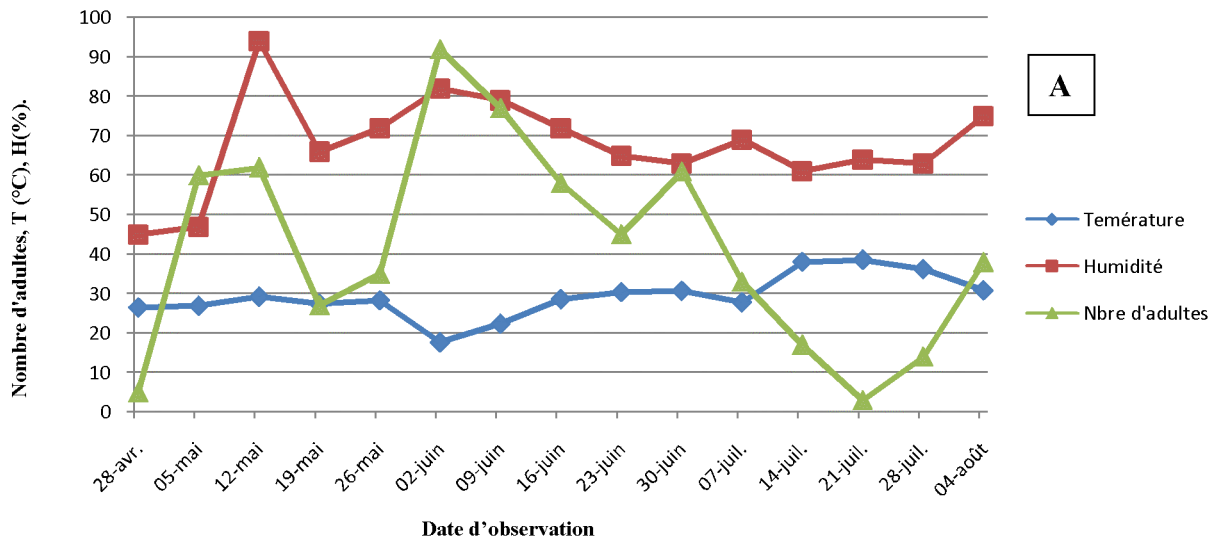


Figure 37 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidité chez la variété Dawson.

Le nombre d'adultes mâles capturés dans cette serre a subi des fortes fluctuations, durant tous les mois de l'échantillonnage. Après une semaine de mise en place de pièges à phéromones, nous avons capturé 05 individus, sous une température de 26,5°C et un taux d'humidité qui a atteint sa valeur la plus basse, évaluée 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%. Trois adultes uniquement ont été capturés le 21 Juillet sous une température maximale de 38,5°C.

Les températures ont subit de légères fluctuations, la 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 avec une valeur de 38,5°C.

Le taux d'humidité a subi quant à lui de fortes fluctuations durant les huit premières semaines de l'échantillonnage. Le taux d'humidité le plus élevé a été estimé à 94% le 12 Mai, et qui correspond aux 62 adultes capturés.

7.1.2. Deuxième serre à variété Cartier (avec une plaque adhésive jaune) (fig.38)

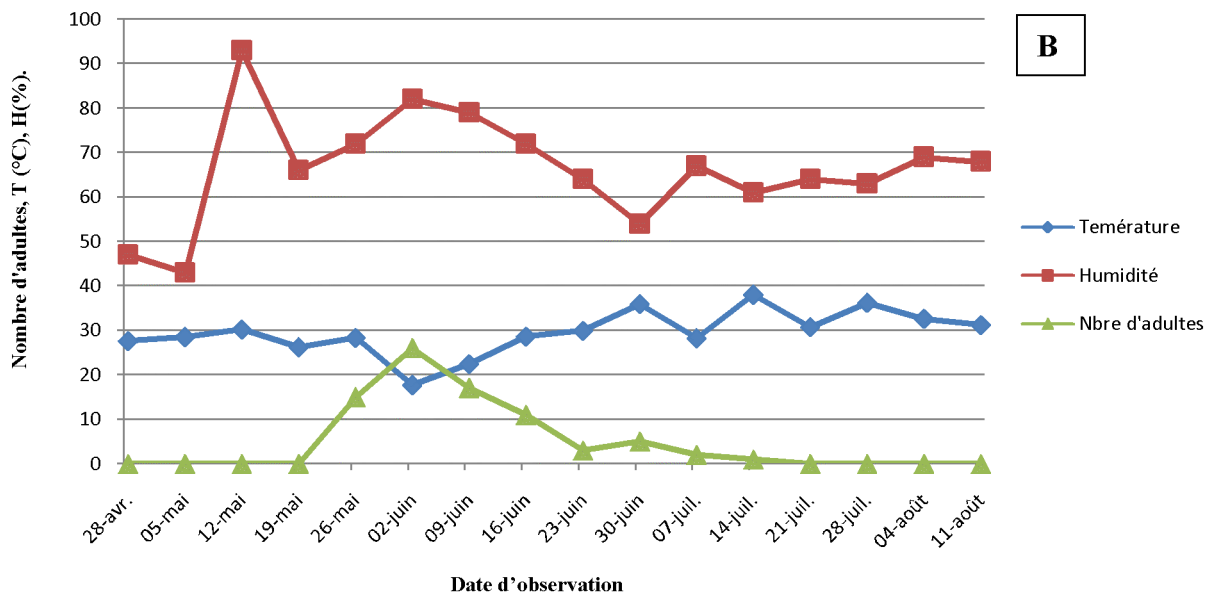


Figure 38 : Evolution temporelle du nombre d'adultes mâles capturés et les variations de températures et des taux d'humidité chez la variété Cartier

Le nombre d'adultes capturés est nul dès le début, jusqu'au 19 Mai, au 23 Juin et à partir du 21 Juillet jusqu'à la fin de l'échantillonnage. Un nombre maximum de 26 adultes mâles a été enregistré le 02 Juin, sous une température minimale de 17,7°C et un taux d'humidité de 82%.

Les températures ont subi de légères fluctuations, la plus grande valeur est le 38°C enregistrée le 14 Juillet et qui correspond à un seul adulte capturé.

Le taux d'humidité dans cette serre a subi des fortes fluctuations, notamment au cours de six premières semaines. Une valeur maximale a été enregistrée le 12 Mai, elle est évaluée à 93%. A partir du 02 Juin, le taux d'humidité commence à diminuer, jusqu'à atteindre la valeur de 54% le 30 Juin. Des petites fluctuations d'humidité s'ensuivent jusqu'à la dernière semaine de l'échantillonnage avec une valeur qui a été estimée à 68% le 11 Août.

7.2. Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des deux variétés de tomate (fig.39)

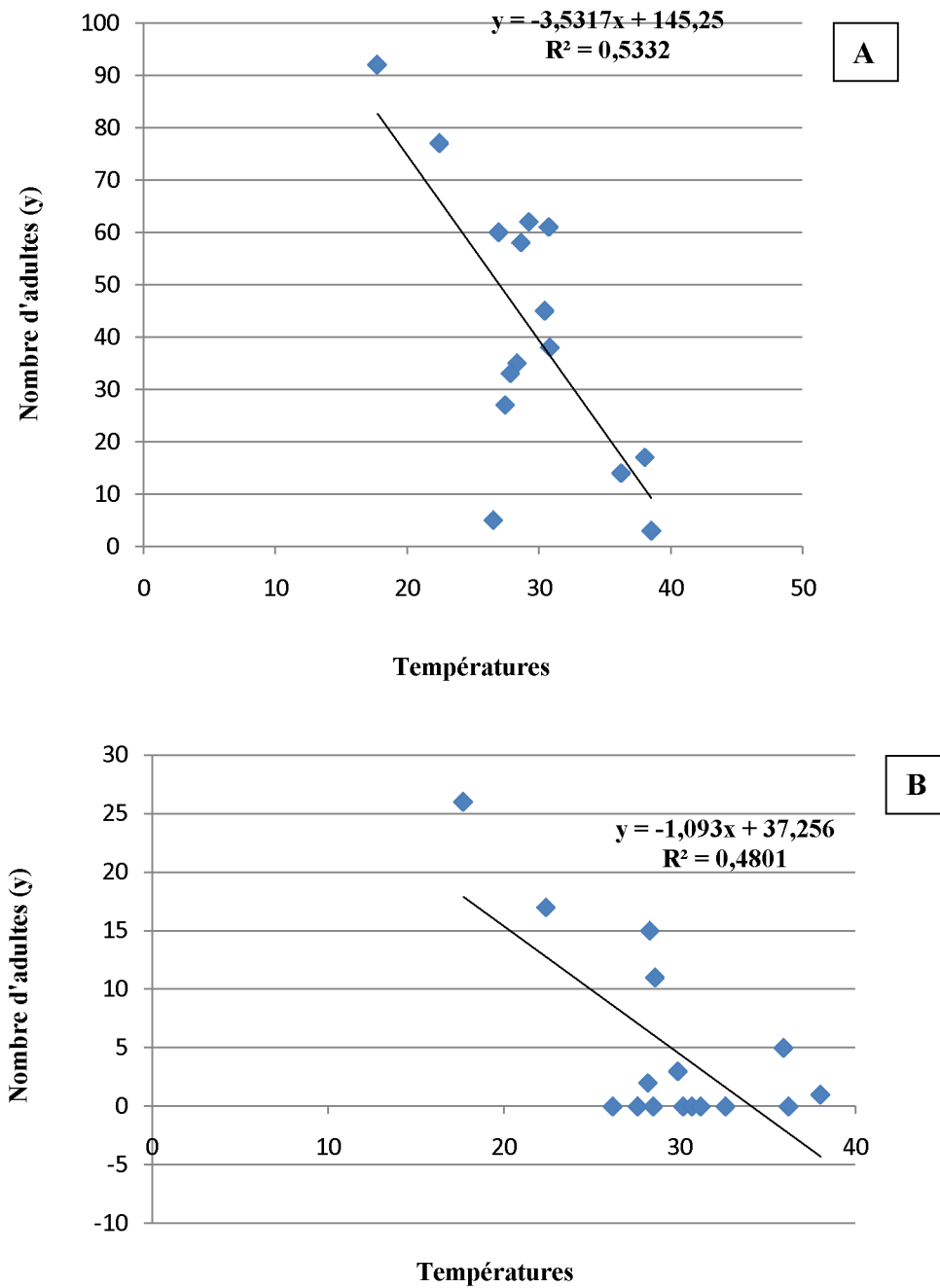


Figure 39 : Influence de la température sur le nombre d'adultes capturés dans les serres des deux variétés de tomate

A : Dawson.

B : Cartier.

Pour vérifier s'il y a une relation significative entre la température et le nombre d'adultes capturés de *Tuta 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 posée comme suit :

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

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

Pour la variété Dawson : le coefficient obtenu est $R^2 \approx 0,53$.

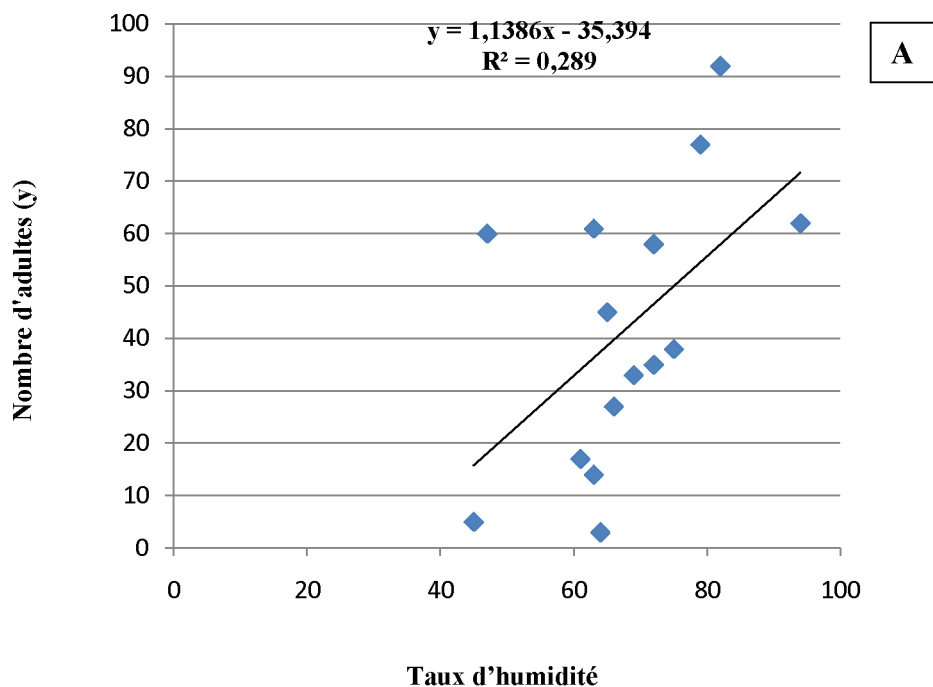
Pour la variété Cartier : le coefficient obtenu est $R^2 \approx 0,48$.

Pour les deux variétés, on a :

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

Donc, à partir du résultat 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'influe pas sur le nombre d'adultes capturés pour les deux variétés.

7.3. Influence de l'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés dans les serres des deux variétés de tomate (fig.40)



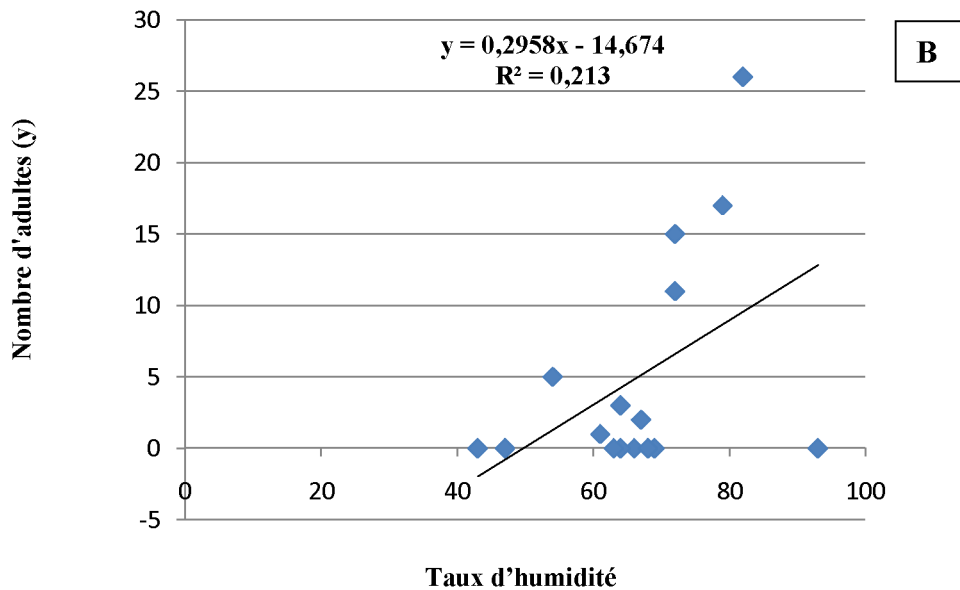


Figure 40 : Influence de taux d'humidité sur le nombre d'adultes mâles capturés pour les deux variétés de tomate

A : Dawson.

B : Cartier.

Pour vérifier s'il y a une relation significative entre le taux d'humidité et le nombre d'adultes mâles capturés de *Tuta 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 posée comme suit :

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

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

Pour la variété Dawson : le coefficient obtenu est $R^2 \approx 0,29$.

Pour la variété Cartier : le coefficient obtenu est $R^2 \approx 0,21$.

Pour les deux variétés, on a :

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

Donc, à partir du résultat 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'influe pas sur le nombre d'adultes capturés pour les deux variétés.

7.4. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles

7.4.1. Chez la variété Dawson (fig.41)

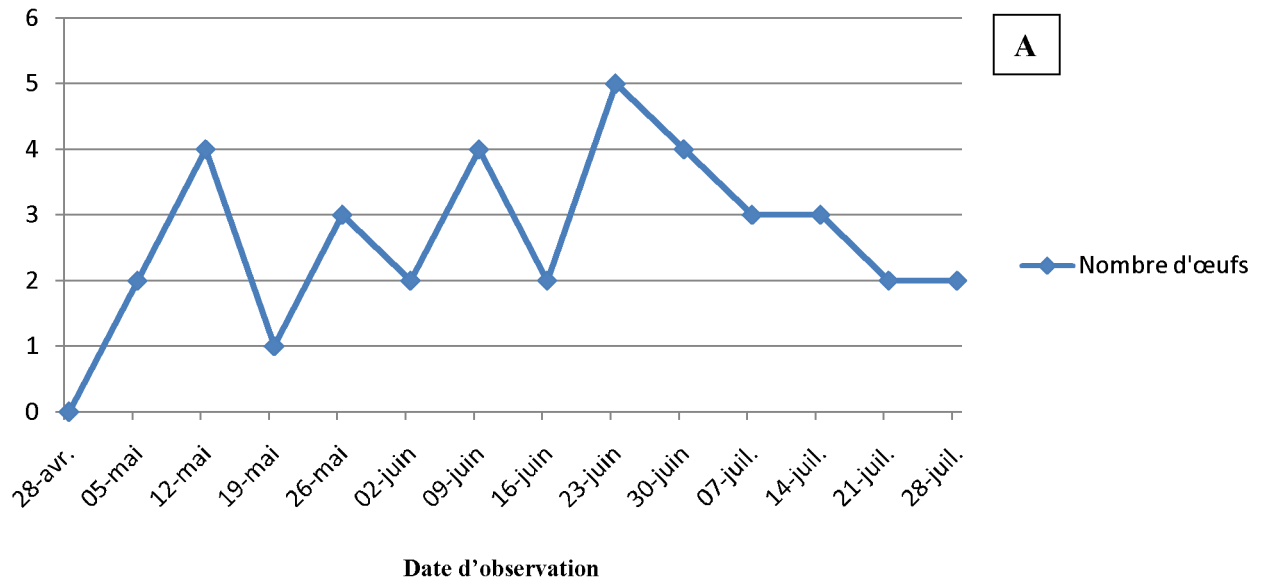


Figure 41 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez la variété Dawson

La densité des œufs pondus par foliole montre plusieurs pics durant toute la période d'érudition notre étude. Durant 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 0,013 qui correspond à 02 œufs. A partir de cette semaine 04 pics se succéderent. La plus grande densité a été enregistrée le 23 Juin avec une valeur de 0,033 qui correspond à 05 œufs.

7.4.2. Chez la variété Cartier (fig.42)

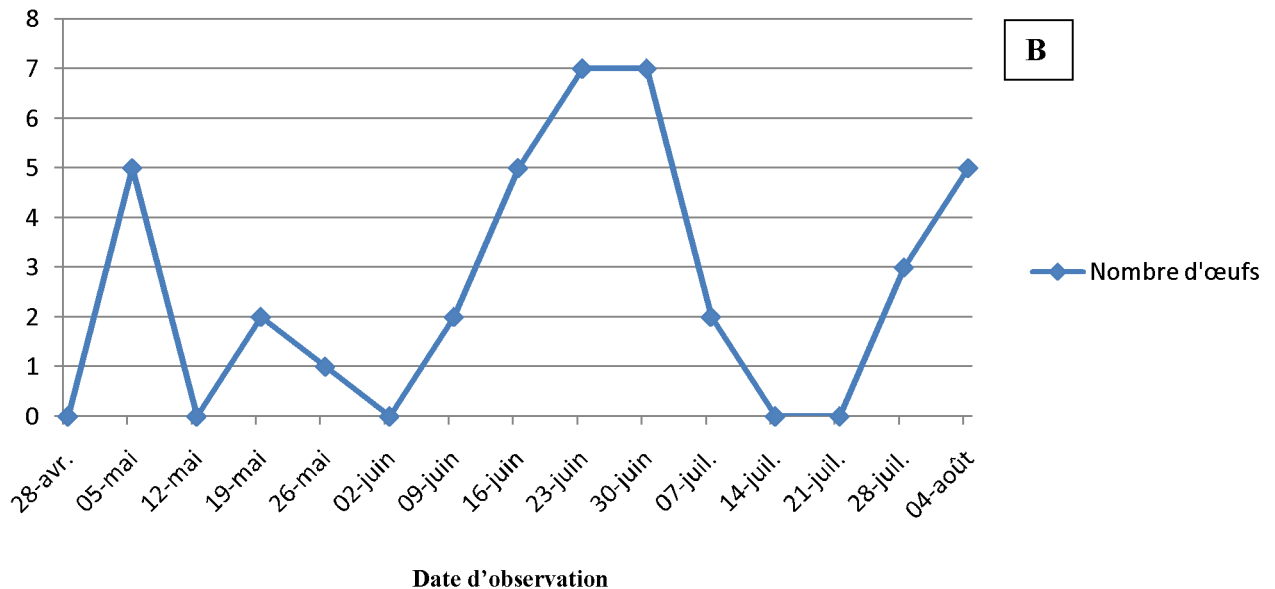


Figure 42 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les folioles chez la variété Cartier

La densité des œufs pondus par foliole a subi plusieurs pics durant toute la période qu'a duré notre étude. Durant la première semaine, nous avons constaté une absence totale d'œufs pondus. À partir de cette semaine 03 pics se succédèrent. Le premier pic a une densité relative de 0,033 qui correspond à 05 premiers œufs comptabilisés la deuxième semaine. La plus grande densité a été enregistrée le 23 Juin et 30 Juin avec une valeur constante de 0,047 qui correspond à 07 œufs. Nous avons constaté une valeur d'une densité relative de 0.033 qui correspond à 05 œufs à la dernière semaine de l'échantillonnage.

7.5. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles

7.5.1. Chez la variété Dawson (fig.43)

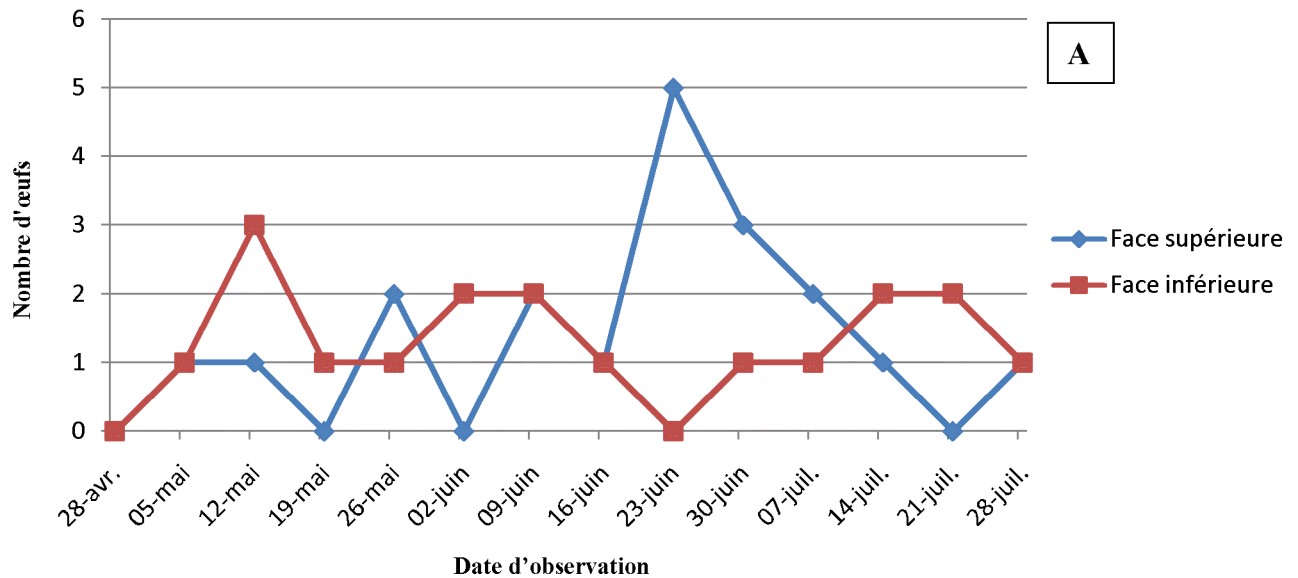


Figure 43 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles chez la variété Dawson

Au cours de la première semaine de notre étude, l'infestation est nulle pour les deux faces des folioles. Un seul œuf est observé au 05 Mai et à la dernière semaine le 28 Juillet pour chacune des deux faces foliaires.

Le graphe représentant la face supérieure enregistre 03 pics distincts, le premier et le deuxième pic enregistrés le 26 Mai et le 09 Juin respectivement, ont une même densité avec une valeur minimale de 0,013. Le troisième pic observé le 23 Juin représente la densité maximale avec une valeur de 0,033. A partir de cette date, nous noterons une baisse progressive du nombre d'œufs jusqu'à une valeur nulle au 21 Juillet.

Le graphe représentant la face inférieure enregistre 03 pics. Le premier pic illustre la densité maximale d'une valeur 0,02 notée le 12 Mai. Le deuxième et le troisième pic, ont une même densité de 0,013, le deuxième pic s'étalant sur deux semaines consécutives, aux dates

du 02 Juin au 09 Juin et le troisième pic s'étalant sur deux semaines consécutives, aux dates du 14 Juillet au 21 Juillet.

A partir de ce graphe représentant la variété Dawson, nous concluons que les deux faces, inférieure et supérieure des folioles ont presque le même degré d'infestation.

7.5.2. Chez la variété Cartier (fig.44)

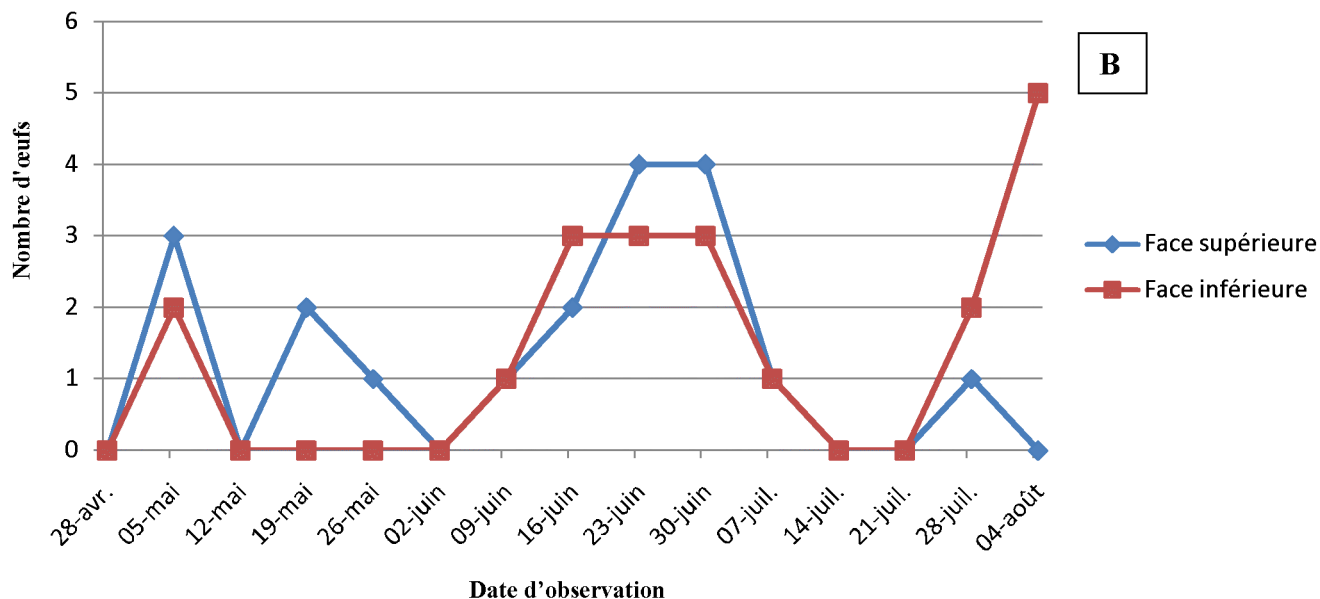


Figure 44 : Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus sur les faces supérieures et inférieures des folioles chez la variété Cartier

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

Le graphe représentant la face supérieure enregistre 03 pics distincts. Le premier pic a une densité d'une valeur minimale de 0,02 d'œufs pondus noté le 05 Mai. Le deuxième pic a été enregistré le 19 Mai avec une densité de valeur 0,013. Une densité maximale estimée à 0,026 s'est étalée sur deux semaines consécutives aux dates du 23 Juin et 30 Juin.

Le graphe représentant la face inférieure enregistre 03 pics distincts. Le premier pic a une densité d'une valeur minimale de 0,013 d'œufs pondus noté le 05 Mai. Le deuxième pic, a une densité d'une valeur de 0,02, il s'étale sur trois semaines consécutives, aux dates du 16

au 30 Juin, tandis que la densité maximale d'une valeur de 0,033 est enregistrée la dernière semaine le 04 Août.

A partir de ce graphe représentant la variété Cartier, on conclue que les deux faces foliaires, inferieure et supérieure ont presque le même degré d'infestation.

7.6. Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides

7.6.1. Chez la variété Dawson (fig.45)

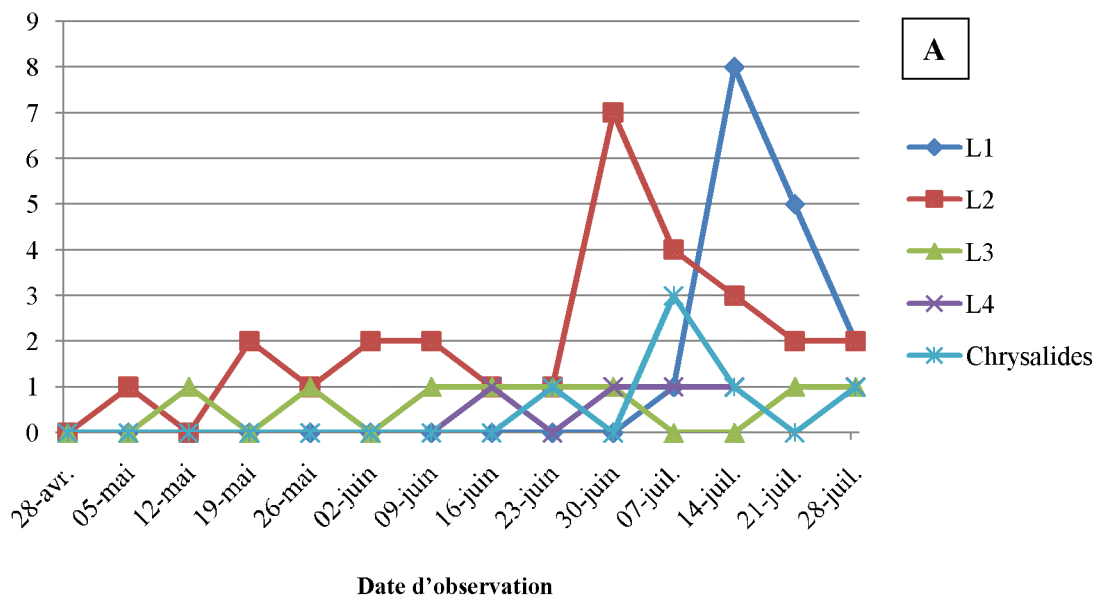


Figure 45 : Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides chez la variété Dawson

Nous avons constaté une absence totale des larves L₁ durant les dix premières semaines d'étude. La première larve L₁ a été observée le 07 Juillet. A partir de cette date, nous n'avons noté qu'un seul pic avec une valeur maximale de 08 larves au 14 Juillet, on notera une baisse progressive du nombre de larves L₁ tout au long des deux semaines qui suivirent, jusqu'arriver à la dernière semaine, le 28 Juillet avec une valeur de 02 larves.

Aucune larve L₂ n'a été observée durant la première semaine d'échantillonnage. Nous avons enregistré 03 pics. Le premier et le deuxième pic ont une même valeur qui est estimée à 02 larves le 19 Mai, et du 02 au 09 Juin respectivement. Le troisième pic marque la présence d'une valeur maximale de 07 larves échantillonnées le 30 Juin, on notera une baisse

progressive des larves L₂ tout au long des semaines qui suivirent, jusqu'à une valeur de 02 larves qui s'étalent du 21 au 28 Juillet (la dernière semaine de l'échantillonnage).

Aucune larve L₃ n'est échantillonnée et ce durant la première, la deuxième la quatrième, la seizième, la onzième et la douzième semaine. Une seule larve de L₃ a été dénombrée le 12 Mai, le 26 Mai, le 09 jusqu'au 30 Juin et du 21 jusqu'au 28 Juillet (la dernière semaine de l'échantillonnage).

Aucune larve L₄ n'a été observée durant les 07 premières semaines, durant la neuvième et durant l'avant dernière semaine. Une seule larve de L₄ a été dénombrée le 16 Juin, le 30 Juin jusqu' au 14 Juillet et le 28 Juillet (la dernière semaine de l'échantillonnage).

Aucune chrysalide n'a été observée durant les 08 premières semaines et durant l'avant dernière semaine. Un seul pic de 03 chrysalides a été noté pendant la onzième semaine le 07 Juillet. Une seule chrysalide a été dénombrée le 23 Juin, le 14 Juillet et le 28 Juillet (la dernière semaine de l'échantillonnage).

7.6.2. Chez la variété Cartier (fig.46)

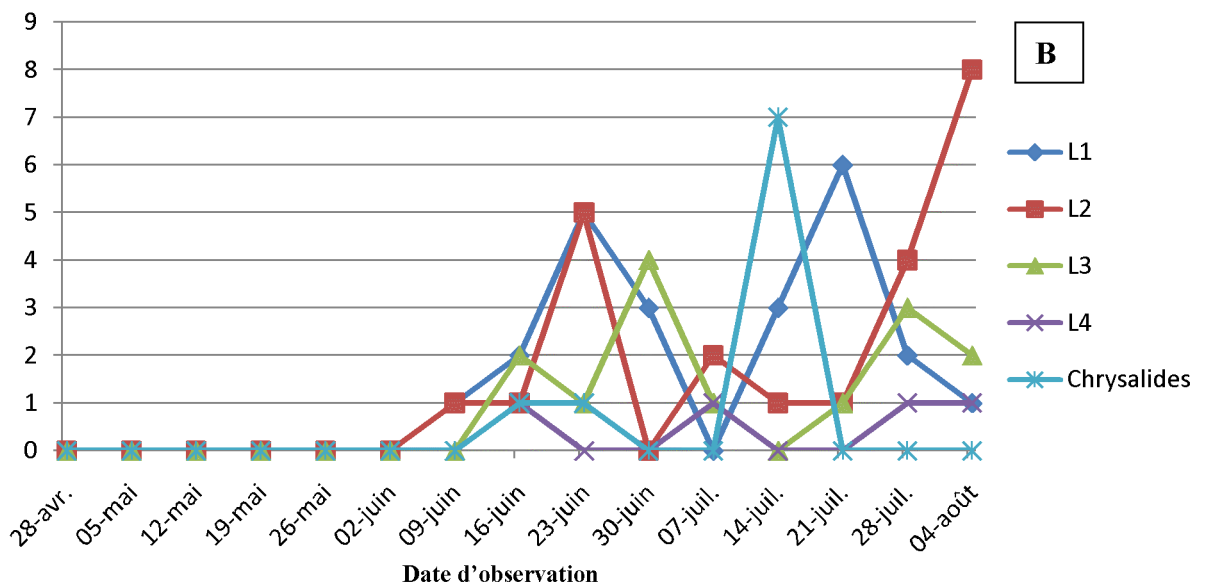


Figure 46 : Evolution temporelle du nombre des quatre stades larvaires et des chrysalides chez la variété Cartier

Nous avons constaté une absence totale des larves L_1 durant les six premières semaines d'étude et durant la onzième semaine le 07 Juillet. La première larve L_1 a été observée la septième semaine à la date du 09 Juin. La période qui s'étale du 09 au 30 Juin et du 14 Juillet au 04 Août est caractérisée par une population active des larves L_1 . Deux pics successifs ont été enregistrés durant cette période. Le premier pic à 05 larves a été noté pendant la neuvième semaine le 23 Juin, et le deuxième pic à 06 larves a été noté pendant la treizième semaine le 21 Juillet.

Nous avons constaté une absence totale des larves L_2 durant les six premières semaines d'étude et durant la dixième semaine du 30 Juin. La première larve L_2 a été observée la septième semaine à la date du 09 Juin. La période qui s'étale du 09 au 23 Juin et du 07 Juillet au 04 Août est caractérisée par une population active des larves L_2 . Deux pics successifs ont été enregistrés durant cette période. Le premier pic à 05 larves a été noté pendant la neuvième semaine le 23 Juin, et le deuxième pic à 02 larves a été noté pendant la onzième semaine le 07 Juillet. Une valeur maximale de 08 larves L_2 a été enregistrée à la dernière semaine d'échantillonnage le 04 Août.

Durant les sept premières semaines d'étude et la douzième semaine du 14 Juillet, il y'a une absence totale des larves L_3 . Les deux premières larves L_3 ont été observées la huitième semaine le 16 Juin. La période qui s'étale du 16 Juin au 17 Juillet et du 21 Juillet au 04 Août est caractérisée par une population active des larves L_3 . Deux pics successifs et un troisième ont été enregistrés durant cette période. Le premier pic à 02 larves a été noté pendant la huitième semaine le 16 Juin, le deuxième pic à une valeur maximale de 04 larves a été noté pendant la dixième semaine le 30 Juin et le troisième pic à 03 larves a été noté pendant l'avant dernière semaine le 28 Juillet.

Aucune larve L_4 n'a été observée durant les 07 premières semaines et durant les périodes qui s'étalent du 23 au 30 Juin et du 14 au 21 Juillet. Une seule larve L_4 a été dénombrée le 16 Juin, le 07 Juillet et le 28 Juillet jusqu'au 04 Août (la dernière semaine de l'échantillonnage).

Il y'a absence totale des chrysalides durant les 07 premières semaines et durant les périodes qui s'étalent du 30 Juin au 07 Juillet et durant les trois dernières semaines d'échantillonnage du 21 Juillet au 04 Août. Un seul pic d'une valeur de 07 chrysalides a été

noté pendant la douzième semaine le 14 Juillet. Une seule chrysalide a été dénombrée durant deux semaines successives du 16 Juin au 23 Juin.

7.7. Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants

7.7.1. Chez la variété Dawson (fig.47)

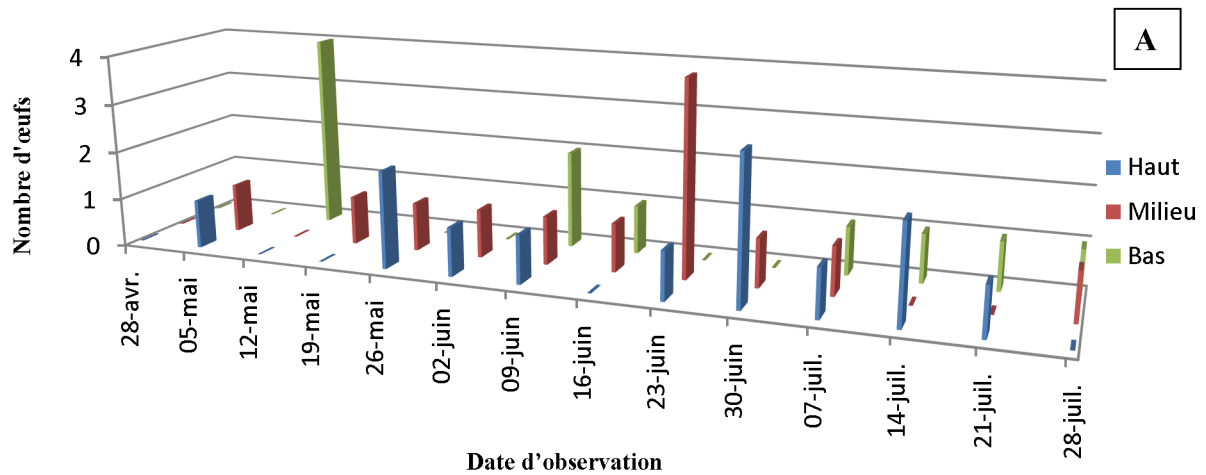


Figure 47 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants chez la variété Dawson

L'histogramme nous montre clairement que les femelles de *Tuta absoluta*, préfèrent pondre sur les feuilles apicales et intermédiaires que sur les feuilles basales.

7.7.2. Chez la variété Cartier (fig.48)

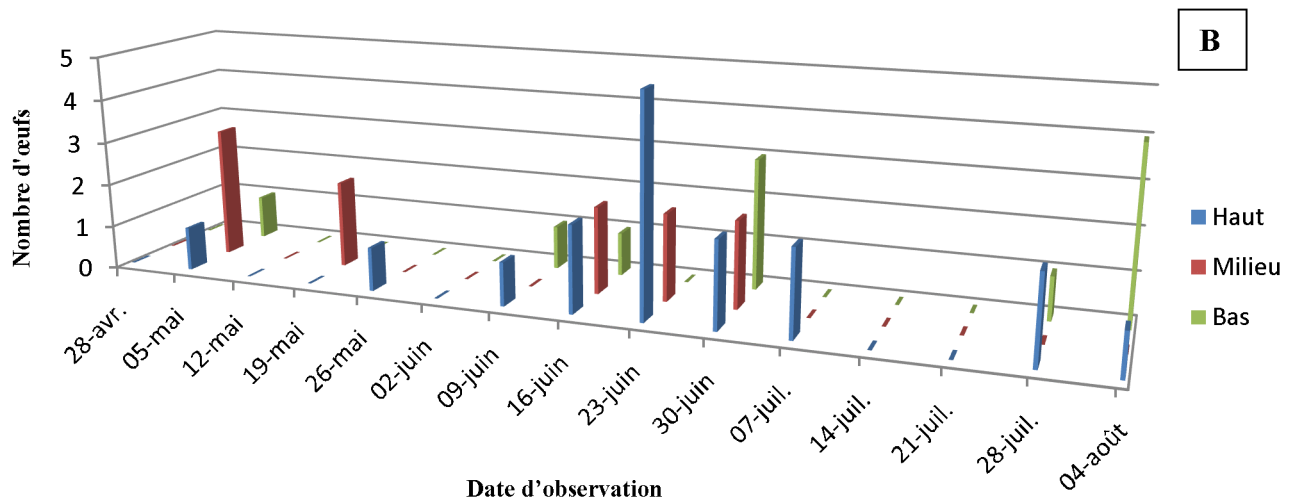


Figure 48 : Evolution temporelle de la distribution des œufs selon l'étage foliaire des plants chez la variété Cartier

L'histogramme nous montre clairement que les femelles de *Tuta absoluta*, préfèrent pondre sur les feuilles apicales que sur les feuilles intermédiaires et basales.

7.8. Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles

7.8.1. Chez la variété Dawson (fig.49)

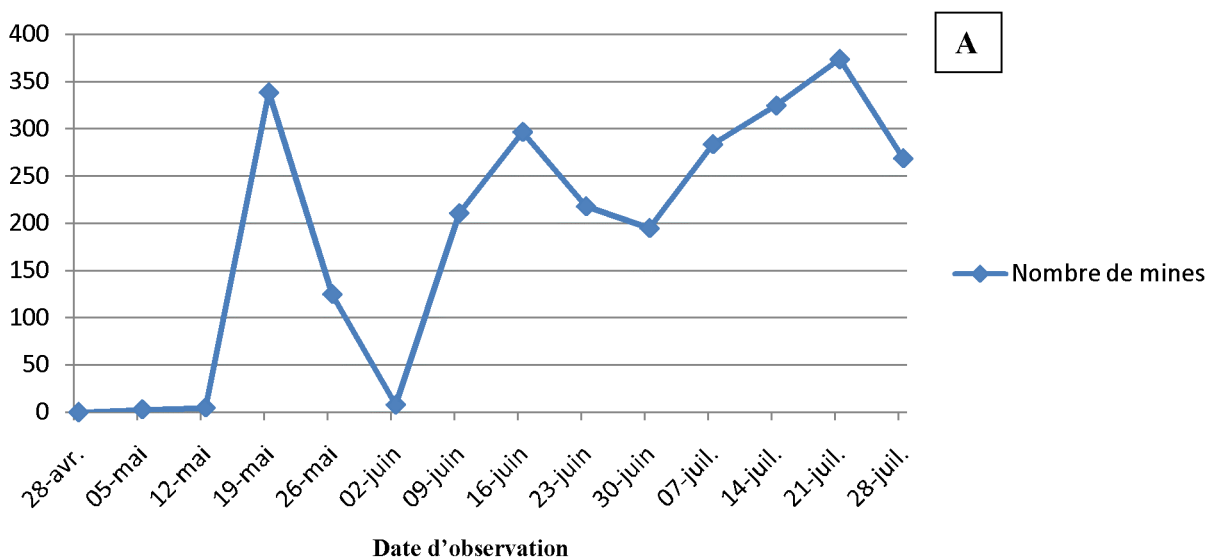


Figure 49 : Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles chez la variété Dawson

Des fluctuations bien distinctes de nombre des mines, ont été remarquées tout au long de notre étude.

Durant la première semaine de l'échantillonnage aucune mine n'a été détectée. Les premières mines ont été observées le 05 Mai à la deuxième semaine avec une valeur de 03 mines. Une densité de 2,26 correspondante au nombre de 339 mines a été notée durant la quatrième semaine de l'échantillonnage le 19 Mai et une autre densité de 1,98 correspondante au nombre de 297 mines a été notée durant la huitième semaine de notre étude le 16 Juin. Une densité maximale de 2,49 correspondante au nombre de 374 mines a été notée durant l'avant dernière semaine le 21 Juillet. Au cours de la dernière semaine de notre étude, un nombre de 269 mines a été dénombré.

7.8.2. Chez la variété Cartier (fig.50)

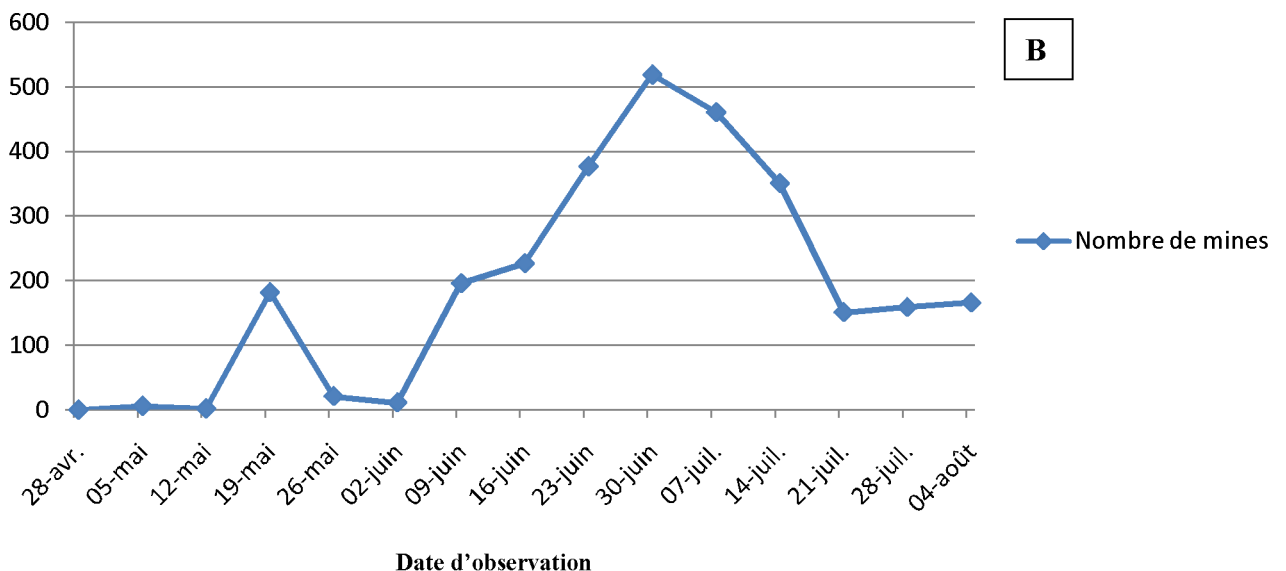


Figure 50 : Evolution temporelle du nombre de mines sur les folioles chez la variété Cartier

Des fluctuations bien distinctes de nombre des mines, ont été remarquées tout au long de notre étude.

Durant la première semaine de l'échantillonnage aucune mine n'a été détectée. Les premières mines ont été observées à la deuxième semaine du 05 Mai, avec une valeur de 06 mines. Une densité de 1,21 correspondante au nombre de 182 mines a été notée durant la quatrième semaine de l'échantillonnage le 19 Mai. Une densité maximale de 3,46

correspondante au nombre de 519 mines a été dénombrée le 30 Juin. Au cours de la dernière semaine de notre étude, un nombre de 166 mines a été dénombré.

7.9. Taux (%) d'infestation des folioles sur les trois niveaux des plants chez les deux variétés de tomate (fig.51)

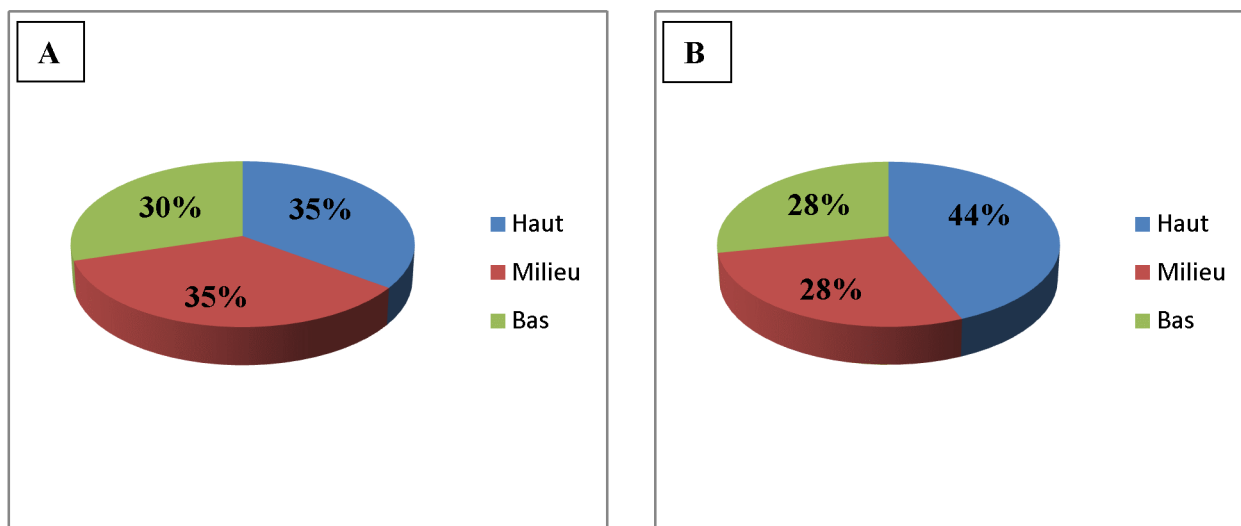


Figure 51 : Taux d'infestation des folioles sur les trois niveaux des plants chez les deux variétés de tomate

A : Dawson.

B : Cartier.

7.9.1. Chez la variété Dawson

Le taux (%) d'infestation dans la serre à variété Dawson a été estimé sur les folioles comme suit :

- 35 % pour les feuilles apicales et pour les feuilles intermédiaires.
- 30 % pour les feuilles basales.

7.9.2. Chez la variété Cartier

Le taux (%) d'infestation dans la serre à variété Cartier a été estimé sur les folioles comme suit :

- 44 % pour les feuilles apicales.
- 28 % pour les feuilles intermédiaires et pour les feuilles basales.

7.10. Taux (%) de ponte sur les deux faces des folioles chez les deux variétés de tomate

Pour vérifier si les femelles de la mineuse de tomate préfèrent pondre leurs œufs, sur une face donnée de folioles de tomate chez les deux variétés, nous avons opté pour le test de Wilcoxon/test de Student pour les deux variétés, avec un risque de $\alpha=0,05$. On pose l'hypothèse H_0 suivante :

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

Le test étant bilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification : $\alpha/2= 0,03$

L'hypothèse H_0 sera rejetée si P-value $< 0,03$, est acceptée dans le cas contraire.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIV (annexes).

Pour la variété Dawson P-value = 0,22.

Pour la variété Cartier P-value = 0,25.

Pour les deux variétés P-value $> 0,03$, donc l'hypothèse H_0 est acceptée, les femelles ne choisissent pas l'une des faces des folioles pour pondre leurs œufs.

7.11. Comparaison des taux de ponte sur les deux variétés de tomate

Pour confirmer qu'il y a différence significative, quant aux taux de ponte sur les folioles des deux variétés, nous avons opté pour le test Mann-Whitney, avec un risque $\alpha=5\%$.

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

Le test étant bilatéral, la p-value est comparée au seuil de signification : $\alpha/2= 0,03$

L'hypothèse H_0 sera rejetée si, P-value <0.03 et acceptée dans le cas contraire.

Après calcul, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIV (annexes).

(P-value = 0,40) > 0.03 , donc l'hypothèse H_0 est acceptée, il n'y a pas de différence significative entre les taux de ponte sur les deux variétés (Dawson et Cartier), autrement dit, aucune des deux variétés présente une résistance vis-à-vis *Tuta absoluta* par rapport à l'autre.

8. 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, ainsi qu'une absence de corrélation entre l'humidité et le nombre d'adulte mâles capturés pour les deux variétés, Dawson et Cartier.

L'analyse globale de nos résultats sur terrain, nous indiquent 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 à variété Dawson, nous avons comptabilisé 03 individus uniquement, alors qu'à une température minimale de 17,7°C enregistrée le 02 Juin dans la même serre, nous avons comptabilisé un effectif maximum de 92 individus mâles capturés. Il en est de même pour la serre de la variété Cartier, où à une température maximale de 38°C enregistrée le 14 Juillet, nous avons comptabilisé qu'un seul individu, alors qu'à une température minimale de 17,7°C enregistrée le 02 Juin, nous avons dénombré un effectif maximum de 26 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% enregistrée le 12 Mai dans la serre à variété Dawson, 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 Cartier, où à une humidité maximale de 93% enregistrée le 12 Mai, aucun individu mâle n'a été capturé, alors qu'à une humidité de 82% enregistrée le 02 Juin nous avons compté un nombre maximum de 26 adultes mâles.

Nos résultats montrent 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 deux variétés de tomate (Dawson et Cartier).

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par [Chougar \(2011\)](#) dans les mêmes conditions, qui rapporte que le nombre des adultes piégés n'est pas influencé par les températures et les taux d'humidité qui règnent à l'intérieur des serres.

Cependant les travaux de [Guenaouin \(2008\)](#), attestent que les populations de *T. absoluta* sont régulées par l'action des facteurs climatiques, en particulier la température et l'humidité. En effet la durée de son cycle évolutif est de 76 jours à 14 °C, 40 jours à 20 °C et 24 jours à 27 °C. Ainsi que la mineuse de la tomate ne serait pas capable de se reproduire rapidement en basses températures.

Nos résultats indiquent clairement que les adultes mâles capturés par le piège à phéromones, dans la serre à variété Dawson, sont plus importants à ceux capturés par le piège adhésif, dans la serre à variété Cartier ; ce qui montre que le piège à phéromones est plus efficace par rapport à l'adhésif. D'après [Bodendörfer et al. \(2011\)](#) les pièges à phéromones sont actuellement la méthode de surveillance la plus fiable.

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 deux variétés. Selon [Mahdi et al. \(2011\)](#), *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Elle peut avoir 10 à 12 générations par an.

Selon [Margarida \(2008\)](#), les mineuses qui vivent sur les cultures annuelles (comme la tomate), en plein champs ou sous serre, possèdent un grand nombre de générations annuelles qui se chevauchent, il est de 10 à 12 générations pour *Tuta absoluta*.

Le graphe de pontes de la variété Dawson illustre 04 pics, qui indiquent la présence de quatre générations, quant à la variété Cartier, elle est marquée par la présence de 03 pics correspondants aux 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 deux variétés de tomate, révèlent que l'évolution larvaire de *T. absoluta* devient de plus en plus importante tout au long de notre étude. En effet, la période entre 23 juin et 28 juillet est marquée par une

alternance active des quatre stades larvaires et chrysalides pour la variété Dawson. Pour la variété Cartier, la population larvaire est active entre 16 Juin et 04 Août.

Nous avons constaté durant notre expérimentation que les larves du stade L₂ sont les plus fréquentes par rapport aux larves des stades L₁, L₃ et L₄, avec un effectif de 28 larves chez la variété Dawson. Alors que chez la variété Cartier, les larves du stade L₁ et L₂ sont les plus fréquentes par rapport aux autres stades larvaires L₃ et L₄, avec un effectif de 23 larves L₁ et 23 larves L₂. La présence des larves L₂ chez la variété Dawson est accrue au mois de Juin à Juillet. Alors que la présence des larves L₁ et L₂ chez la variété cartier est accrue au mois de Juin à Août. Contrairement à Chougar (2011), qui constate que les larves de stade L₃ sont les plus fréquentes par rapport aux larves des trois autres stades.

Quant aux larves du stade L₄, nous avons comptabilisé un nombre de 05 larves uniquement pour la variété Dawson et 04 larves pour la variété Cartier, tout au long de l'échantillonnage à une température moyenne de 29,1°C, ceci pourrait être expliqué par la courte durée de leur développement pour passer au stade nymphal, comme l'affirme [Marcano \(2008\)](#), qui atteste que la durée des stades larvaires est de 12 à 15 jours selon la température. 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, la durée de développement des stades larvaires est comprise entre 9,5 et 11 jours. Ces résultats rejoignent ceux de [Chougar \(2011\)](#), qui constate que les larves de stade L₄, sont en effectif assez réduit.

Durant toute notre étude, nous avons comptabilisé un nombre de 06 chrysalides uniquement pour la variété Dawson et 09 pour la variété Cartier. 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 dans le sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines.

Selon le niveau de distribution des œufs sur les feuilles de tomate, nos résultats ont révélés que les femelles de *Tuta absoluta* préfèrent pondre sur les feuilles apicales et intermédiaires pour la variété Dawson et sur les feuilles apicales pour la variété Cartier. La ponte réduite sur les feuilles basales peut être due à leur exposition ou bien que les tissus

végétaux des feuilles apicales et intermédiaires sont plus tendres que ceux des feuilles basales, tandis que les femelles sont souvent à la recherche d'abri pour protéger leurs œufs de différents imprévus climatiques. [Hunter et al. \(1991\)](#) attestent qu'une infestation élevée s'observe plus sur les feuilles apicales que sur les feuilles basales et intermédiaires. [Chougar \(2011\)](#), note également que le taux d'infestation est beaucoup plus important sur les feuilles apicales que sur les feuilles intermédiaires et basales.

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.

Quant aux taux de ponte sur les deux faces supérieure et inférieure, le test de Wilcoxon nous a permis de conclure que les femelles ne choisissent pas l'une des faces des folioles pour pondre leurs œufs pour les deux variétés Dawson et Cartier. Ces résultats ne rejoignent pas ceux de [Bodendörfer et al. \(2011\)](#), qui attestent que souvent, la face inférieure est plus infestée par rapport à la face supérieure des feuilles.

Selon [Guenaoui \(2008\)](#), les femelles pondent isolement leurs œufs, de préférence sur la face inférieure des feuilles de tomate, aux niveaux des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures.

Quant au degré de l'infestation des deux variétés de tomate (Dawson, Cartier), le test de Mann-Whitney nous a permis de conclure l'absence de préférence variétale par *Tuta absoluta*, autrement dit le taux de ponte est égal chez les deux variétés de tomate. Par contre, le terrain nous a attesté l'existence de la résistance variétale, qui s'explique par une durée de développement différente de *T. absoluta* sur les plants des deux variétés de tomate. La durée de l'échantillonnage s'est étalée sur 15 semaines pour la variété Cartier et sur une durée de 14 semaines pour la variété Dawson. Cela nous a permis de supposer que la variété Cartier est plus au moins résistante que la variété Dawson. En effet, la variété Cartier est connue comme résistante à certaines maladies.

La mineuse de la tomate, est une espèce polyvoltine (à plusieurs générations) 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 sans endommager l'épiderme des feuilles de ce fait, affectent la capacité photosynthétique causant ainsi le rabougrissement de ces dernières et par conséquent réduisent le rendement (Ziri, 2011), ce qui rejoint nos résultats dans les deux serres avec un nombre maximal qui peut atteindre jusqu'au 500 mines ou plus comme à ce enregistré le 30 Juin avec une valeur de 519 mines chez la variété Cartier.

Conclusion
et
Perspectives

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la famille des Solanacées, est une espèce légumière qui occupe la deuxième place au monde dans la production maraîchère, ce qui explique l'attention particulière accordée à cette culture, pour promouvoir le volet de la recherche scientifique, afin d'améliorer et d'optimiser son rendement quantitatif et qualitatif.

L'objectif principal de notre étude, était de suivre la dynamique des populations de *Tuta absoluta* sur deux variétés de tomate Dawson et Cartier, au littoral de la Kabylie (Azeffoun) et de déterminer ainsi, la survenue d'une résistance variétale vis-à-vis de ce ravageur.

Les résultats obtenus 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, et ce sur les deux variétés de tomates, durant toute la période d'échantillonnage.

Nos résultats approuvent que le piège à phéromones est la méthode de surveillance la plus fiable par rapport au piège adhésif.

La période d'échantillonnage effectuée dans le site d'étude, nous a permis de conclure une succession et un chevauchement de 04 générations de *Tuta absoluta* sur les deux variétés de tomate, du 05 Mai jusqu'au 28 Juillet pour la variété Dawson et du 05 Mai jusqu'à 04 août pour la variété Cartier.

Au cours de toute la période de l'étude, nous avons constaté que l'évolution larvaire de *T. absoluta* devient de plus en plus importante tout au long de notre échantillonnage et que les larves du stade L₂ sont les plus fréquentes par rapport aux trois autres stades larvaires chez la variété Dawson. Les larves du stade L₁ et L₂ sont les plus fréquentes par rapport aux deux autres stades larvaires chez la variété Cartier. Quant au stade L₄ et au stade nymphale, ils sont caractérisés par un faible effectif aussi bien pour la variété Dawson, que la variété Cartier.

Le taux d'infestation est important sur les étages apicaux et intermédiaires des plants de tomate de la variété Dawson et sur les étages apicaux de la variété Cartier.

Les femelles de *Tuta absoluta* ne choisissent pas l'une des faces des folioles pour pondre leurs œufs pour les deux variétés Dawson et Cartier, puisque les deux faces étant infestées.

Nos résultats pour le test de Mann-Whitney montrent que le degré de l'infestation des deux variétés de tomate (Dawson, Cartier) est identique, mais n'élimine pas l'éventuelle d'une résistance, puisque sur le terrain la durée de développement de *T. absoluta* est différente sur les plants des deux variétés de tomate ; donc nous supposons que la variété Cartier est plus au moins résistante que la variété Dawson.

Tuta absoluta est une menace sérieuse pour la production et l'exploitation des tomates, à la vitesse à laquelle ce ravageur se multiplie et s'établit dans nos cultures, d'ici quelques années, le taux d'infestation sera très élevé, ce qui aura de lourdes conséquences au niveau économique.

Des mesures prophylactiques (un bon entretien de la culture) combinées aux mesures biologiques (lâchers des ennemis naturels (antagonistes) tels que, *Macrolophus pygmaeus* et *Trichogramma achaeae*), bio techniques (pièges à phéromones et/ou lumineux) et phytosanitaires (bioinsecticides et insecticides chimiques raisonnés), doivent être inclus pour établir une stratégie de lutte efficace contre ce ravageur.

Il serait utile de sensibiliser et de conseiller les agriculteurs pour mettre en œuvre les mesures préconisées en cours de la culture, soit sous serre ou en plein champs.

Toutefois, des questions persistent encore : Quels paramètres influent-ils sur la dynamique des populations de *Tuta absoluta* ? Quelles sont les perspectives d'évolution de ce ravageur à l'échelle géographique dans les années à venir ? Et quelles sont les stratégies de lutte susceptibles d'être adoptées afin de prévenir son développement dans les cultures ou de l'éradiquer en cas d'infestations ?

Il est à préconiser des travaux futurs, où seront proposés des moyens de lutte alternatifs tels que l'utilisation des huiles essentielles, ainsi que des poudres des plantes aromatiques, de procéder à des lâchers des auxiliaires autochtones déjà disponibles, ainsi que de tester de nouveaux auxiliaires et les intégrer dans la stratégie de lutte à l'égard de ce ravageur.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Alabouvette C., Albajes R., Ian Belford, Innes J., Gabarra R., Lodovica M., Gullino., Nicot P. et Trottin Y., 2003. Colloque international tomate sous abri. Protection intégrée-Agriculture biologique. Ed. INRA, CTIFL, Provence-Alpes-Côte d'azur, Agroparc. 232p.

Albouy De J. et Devergne, J.C., 1998. Les maladies à virus des plantes ornementales. Ed. INRA. pp123-126.

Alford D.V., 2002. Ravageurs des végétaux d'ornement : Arbres, Arbustes, Fleurs. Ed. INRA. pp 14-15-40-42-106-421.

Atherton D.G. et Harris G.P., 1986. Flowering in the tomato crop. A scientific basic for improvement. Ed. Atherton J.G and Rudich J. London, New York. pp167-200.

Baba Aissa F., 1999. Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et de Maghreb. Ed. Librairie moderne, Rouiba : 278-279p.

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 (Lpidotera : Gellchiidae). Université Abdelhamid Ibn Badis, 1-3p.

Balachowsky A. S., 1966. Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture ; Lépidoptères. Tome 2, vol. 1. Masson, Paris. Pp 350-384.

Bamouh A., 1999. Bulletin réalisé à Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Programme national de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). Institut, Rabat, Maroc.

Références bibliographiques

Barrientos Z.R., Apablaza H.J., Norero S.A. et Estay P.P., 1998. Temperatura base y constante termica de desarrollo de la polliladel tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). *Sciencia Investigation agraria*, 25, 133-137.

Belateche A., 2005. La production de la tomate industrielle: potentiel de quelques pays méditerranéens, de l'Algérie et ses facteurs limitants. Communications. Journées d'études et de réflexion sur la tomate industrielle. 11-12-13 Juillet 2005. Wilaya de Guelma.

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.

Bensalem N., 2009. Algérie ; La tomate industrielle, un marché prometteur. Le Maghreb.

Bentvelsen C.L.M., 1980. Réponse des rendements à l'eau. 235p.

Berkani A. et Badaoui M.I., 2008. La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera : Gelechiidae). *Annales de l'institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie* 4, p. 1-16p.

Besri M., 2010. Agriculture. Principales maladies fongiques de la tomate et stratégie de lutte. Ed. INRA. Paris. 3p.

Blancard D., 1997. Maladies de la tomate : observer, identifier et lutter. Ed. INRA, Paris. 199p.

Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et Candresse T., 2009. Les Maladies de la tomate : identifier, connaître, maîtriser. Ed. QUAE. Paris, 679 p.

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*, 2 p.

Références bibliographiques

Borguini R. et Torres E., 2009. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Rev. Int.* 25: 313–325.

Bovey R., 1972. La défense des plantes cultivées traité pratique de phytopathologie et de zoologie agricole. 6^{ème} ed. Payot Lausanne : 199–210 p.

Candal T. et Yaninie V.F., 2006. Connaître les auxiliaires : légumes et fraise sous serre abris et en plein champ. p 106.

Chaux C., 1972. Production légumière. Ed. J. B. Baillière et Fils. 414p.

Chaux C. et Foury C., 1994. Cultures légumières. Légumes fruits. Tome II et III. Ed. Lavoisier. Paris.

Chaux C. et Foury C., 2003. Les productions légumières. Ed. Tec & Doc. 531p.

Chenouf R., 2011. Diversité entomofaunistique associée à la tomate et étude de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) dans la région d'Ouargla (Hassi Ben Abdallah). Mémoire de Magistère. ENSA, El-Harrach, 95p.

Chibane A., 2009. MADRPM/DPV/DH Fiche Technique : Tomate sous serre : [//www.vulgarisation.net](http://www.vulgarisation.net).

Chougar S., 2011. Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Magister. Université de Tizi-Ouzou, 122p. http://www.ummtto.dz/IMG/pdf/Tuta_absoluta.pdf.

Cronquist A., 1981. An integrated system of classification of following plants. Colombia University : 1256p.

Dajoz R., 1985. Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 505p.

Références bibliographiques

Dajoz R., 2006. Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8^{ème} Edition. 631p.

Daughtrey M.L., Wick R.L. et Peterson J.L., 2006. Tomato Spotted Wilt and Impatiens Necrotic Spot. Dans *Compendium of Flowering Potted Plant Diseases*. APS Press. The American Phytopathological Society, St-Paul, Minnesota. p. 69-72.

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.

Dierl R., 1979. Agriculture. Ed. Bailliere. 249p.

Dore C. et Varoquaux F., 2006. Salinité du sol. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. Quae. 840p.

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 : p.p, 91-97.

Ecole C., Pianço M., Jham G.N. et Guedes R.N., 1999. Variability of *Lycopersicon hirsutum f. typicum* and possible compounds in its resistance to *Tuta absoluta*. Agricultural and forest Entomology, **1**, 249-254p.

Espinel-Correal C., 2010. Analyse de l'évolution des populations du granulovirus PhopGV en contact avec des hôtes alternatifs *Phthorimaea operculella* et *tecia solanivora* (Lepidoptera : Gelechiidae). Thèse Doctorat. Sciences et Ingénierie de l'Environnement. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne. France.

Favier J., Ireland-Ripert J., Toque C. et Feinberg M., 2003. Répertoire général des aliments. Ed. Ciqual : 40-48p.

Fernandez S. et Montagne A., 1990. Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyick). *Bol. Entomol. Venez N. S.* 5(12), p.p, 89-99.

Références bibliographiques

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. Paris. INRA. 391p.

Gaussen H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982. Précis de Botanique. 2eme ed. Masson, Paris : 172p.

Giove R. et Abis S., 2007. Place de la méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Ed. Institut Agronomique Méditerranéen de Bari : 22p.

Gonzalez R.H., 1989. Insectos y ácaros de importancia en chilesantiago. Universidaa de chile del tomate. 310p.

Grasselly D., 2000. Tomate pour un produit de qualité. Ed. Lavoisier. Ctifl. 222p.

Grasselly D., Navez B. et Letard M., 2009. Tomate pour produit de qualité. Ed : CTIFL, Hortipratic. pp133-145.

Guentaoui Y., 2008. Première observation de la mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. *Phytoma*, N°:617, p.p.18 -19.

Guistolin T.A. et Vendramin J.D., 1994. Efeito de duas especies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). An. Soc. Entomol. Brasil, **23**, 511-517p.

Guistolin T.A., Vendramin J.D., Alves S.B., Vieira S.A. et Pereira R.M., 2001. Susceptibility of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) reared on two species of Lycopersicon to *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki. J. Appl. Ent, 125. 551-556p.

Heller R., 1981. Physiologie végétale. Tome I nutrition. 2^{ème} ed. MASSON, Paris. pp 67-70.

Références bibliographiques

- 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 Magister. ENSA, El harrach Algérie, 103 p.
- Jacob B.J., 1978. Les cultures maraîchères spécialisées, les solanacées. INA Alger. P 6.
- Javis W.R. et Mckeen C.D., 1991. Maladies de tomate. Ministre des Approvisionnements et Services Canada. pp76.
- Jeannequin B., Dosba F. et Amiot-carlin M.J., 2005. Fruits et légumes caractéristiques et principaux enjeux. Collection « un point sur les filière ». INRA. Paris.
- Kolev N., 1976. Les cultures maraîchères en Algérie. Tome I. Ed. Ministère de l'agriculture et des reformes agraires. 150 p.
- Lange W.H. et Bronson L., 1981. Insect Pests of Tomatoes. Annual Review of Entomology. 154p.
- Latigui A., 1984. Effets de différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse INA, El Harrach.
- Laumonier R., 1979. Cultures maraîchères et légumières. Ed. J. B. Baillière. 273-279p.

Références bibliographiques

Leberre J.R. et Roth M., 1969. Les méthodes de piégeage des invertébrées B. Les pièges à eau, « Extrait de e Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres » Ed. Masson. 65-78 p.

Leboeuf J., 2007. Effets du temps sec sur les tomates. Spécialiste des cultures légumières/MAAARO. www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/dry-tomato.htm.

Mahdi K., Doumandji-Mitiche B., Ababsia A. et Doumandji S., 2011. Les ennemis naturels de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) en Algérie : perspectives de lutte biologique. Conférence, AFPP, ENSA.INPV. El HARRACH Algérie. 7 p.

Marcano R., 2008. Minadorpequeno de la hajadel tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Plagas Agrícolas de Venezuela. In, 68-76.

Marchoux G., Gognalons P. et Sélassié K. G., 2008. Virus des Solanacées du génome viral à la protection des cultures. Ed. Lavoisier. Quae. pp.63-127-128-129-130.

Margarida M.A., 2008. Meneira do romateira (*Tuta absoluta*). Uma nova ameaça a produção de tomate. (PDF).10p.

Mazollier C., Oudard E. et Beliard E., 2001. Les Lépidoptères ravageurs en légumes biologiques. SRPV Centre et Jérôme Lambion. GRAB. Fiche technique. 154p.

Menard F., 2009. Val-Morin, Québec, Canada. Semences et plants. www.lesjardinslorentiens.com.

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.

Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lafon R., 1991. Les maladies des plantes maraîchères. Ed. INRA. p65.

Références bibliographiques

Mirnezhad M., Romero-Gonzalez R.R., Leiss K.A., Hae-Choi Y., Vepoorte R. et Klinkhamer G.L., 2009. Metabolic analysis of host plant resistance of thrips in wild and cultivated tomatos. *Phytochemical Analysis*, **21**, 110-117p.

Mouhouche B., 1988. Influence du rationnement de l'eau sur la production de la tomate industrielle. Journée d'étude sur la tomate industrielle organisée par l'ITCMI. 25 p.

Munro B. et Small E., 1997. Les légumes du Canada. Ministère des Approvisionnements et Services Canada. 436p.

N'djamena A., 1995. Tomate. Ravageurs et maladies. Ed. CLM. 145p.

Nechadi S., Benddine F., Moumen A. et Kheddami M., 2001. Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. INA. p75.

Periago M.J., García-Alonso J., Jacob K., Olivares A.B., Bernal A.J. et Iniesta M.D., 2009. Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) during vine ripening. *International Journal of Food Science and Nutrition*. pp 694–708.

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*, 35(5): p.p, 671 -676.

Pérou J.Y., 2006. Production légumière. Ed. Lavoisier. pp584-585.

Polese J.M., 2007. La culture des tomates. Ed : Artemis. 95p.

Povolny D., 1994. Gnorimoschemini of South America VI: identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia* 20 (1), 1-42p.

Publishers B., 2004. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 : légumes. 736p.

Références bibliographiques

- Rakotoson M. et Razafindra K., 2009. Amélioration génétique de la tomate (*Lycopersicon sp.*). Revue. 17p.
- Ramade F., 2004. Eléments d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 568 p.
- 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.
- Ramel J.M., 2010. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). L.N.P.V. Station d'entomologie Montpellier RHM : Revue Horticole n°512, 23-25.
- Ravidal M.L. et Rouzes R., 2010. Information *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) y su efecto residual sobre parasitoide *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). Rev. Soc. Entomol. Argent. Vol.65, n.3-4,57-65p.
- Regal., 1995. Répertoire général des aliments. Macmillan Press. 169 p.
- 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 Y. et Costes C., 1965. La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111p.
- Risso S., Bouvier E. et Lanza R., 2011. *Tuta absoluta*. 2 p.
- Roth M., 1972. Les pièges à eau colorés, utilisés comme pots de Barber, Extrait de la Rejoue de Zoologie agricole et de Pathologie végétale, 83 p.
- Ruocco M.L., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen K., 2010. Food quality safety. Lutte biologique. Tome2. CNR, Italie, UE.104p.

Références bibliographiques

Schultz J.C., 1983. Impact of variable plant defensive chemistry on susceptibility of insects to natural enemies. Colombia University, 120p.

Sharoni Y. et Levi Y., 2006. Cancer prevention by dietary tomato lycopene and its molecular mechanisms. In A. V. Rao. Ed. Tomatoes, lycopene & human health. Barcelona: Caledonian Science Press: 111–125p.

Shankara N., Joep van Lidt de Jeude., De Goffau M., Hilmi M. et Van Dam B., 2005. La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation 5^{ème} édition Agromisa Foundation, 105p.

Si Bennasseur A., 2005. Référentiel pour la conduite technique de la tomate. Mémoire. pp62-65.

Simmons A.T. et Gurr G.M., 2005. Trichomes of *Lycopersicon* species and their hybrids, effects on pests and natural enemies. Agricultural and Forest Entomology, 8,1-11p.

Sinclair R.J. et Hugus L., 2010. Leaf miners, the hidden herbivores. Austral Ecology, 35, 300-313p.

Snoussi S.A., 2010. Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport. Université Saad Dahlab, Blida, 53 p.

Trottin Caudal Y., Chabriere C. et Terrentroy A., 2010. *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou, 29p.

Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia M.F. et Pocunna J.L., 2007. La polliladel tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma Espana* no. 194, 16-23.

Viaene N., 1992. Application de buprofézine dans la lutte contre l'aleurode floconeuse (*Aleurothrixus floccosus* Mask) en pépinière de Citrus au Zaïre. Fruits, 47 (2), 303-308.

Références bibliographiques

Villeneuve C., 2009. Le chancre bactérien et la galle bactérienne de la tomate. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). [PDF]. 14p.

Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P. et Van-Kan J., 2007. Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*. 8: 561–580.

Ziri S., 2011. Contribution à la lutte intégrée contre *Tuta absoluta* sur tomate en plein champ. Mémoire de Magister. ENSA El-Harrach. 92p.

Autres liens

Anonyme., 2015. *Tuta absoluta* (GNORAB). (c) EPPO <http://www.eppo.int>.

DSA., 2014. Direction des Services Agricoles et des systèmes d'information, bilan des productions agricoles, campagne agricole 2013/2014. Tizi-Ouzou.

FAO., 2008. Cultures protégées en climat méditerranéen. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 317p.



Google earth., 2014.






I.T.C.M.I., 2010. Guide de production des plants pour les cultures sous serres. Ed. I.T.C.M.I (Institut Technique Des Cultures Maraichères et Industrielles). Staoueli. Alger, 13 p.





Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2009. Production agricole, superficie. Alger, 18p.





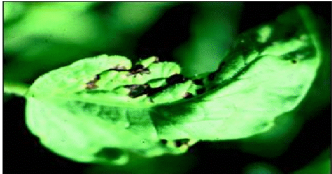
Annexes

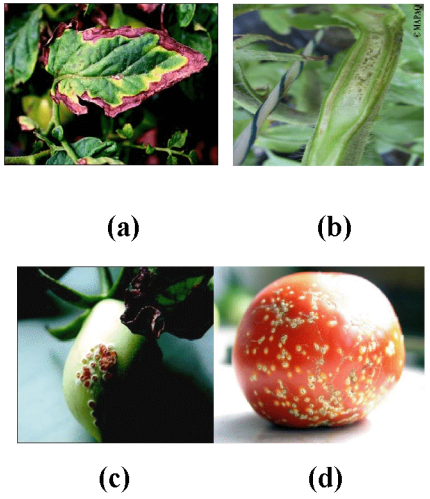
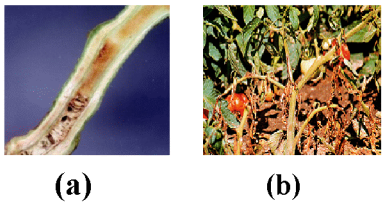
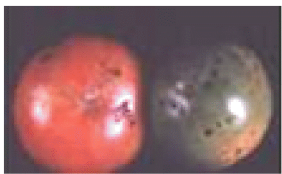

Tableau VIII : Contraintes de la culture de tomate


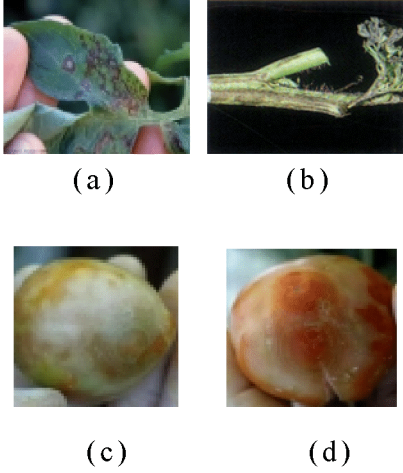

Principales maladies parasitaires de la tomate et leurs agents responsables		
Maladies fongiques	Symptômes et dégâts	Figures correspondantes
Oïdium L'agent responsable : <i>Leveillula taurica</i> et <i>Oïdium lycopersicum</i> ou <i>Oïdium neolycopersici</i>	Apparition d'un feutrage blanc à blanc-grisâtre, d'aspect farineux et surtout à la face supérieure des folioles (fig.01*). Des taches comparables peuvent être observées sur la tige et les fleurs. Les fruits ne semblent pas affectés. Les tissus touchés deviennent chlorotiques, brunissent localement et finissent par se nécroser. Ce champignon se multiplie préférentiellement sur les jeunes feuilles et provoque une déformation des feuilles, qui se gondolent et se boursoufflent (Blancard, 2009).	 <p>Figure 01*: Oïdium sur feuilles de tomate (Blancard, 2009)</p>
Mildiou L'agent responsable : <i>Phytophthora infestans</i>	Cette maladie peut dévaster les cultures de tomates durant les périodes fraîches et pluvieuses. Elle se manifeste par des taches nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide à la face supérieure des feuilles (fig.02 *.a) et un duvet blanc à la face inférieure. Sur les tiges et les pétioles, on voit des plages brunes pouvant les ceinturer (fig.02*.b). Les fruits mildioués (fig.02*.c) sont bruns marbrés, irrégulièrement bosselés en surface avec parfois un feutrage blanc (Blancard, 1997).	 <p>(a) (b) (c)</p> <p>Figure 02*: Mildiou de tomate. (a) : sur foliole ; (b) : sur tige ; (c) : sur fruits (Blancard, 1997)</p>
Pourriture grise «Moisissure grise» L'agent responsable : <i>Botrytis cinerea</i>	Cette maladie est répandue dans les cultures de tomate sous abris. Les symptômes observables sur fleurs, fruits, tiges et feuilles, se traduisent par un pourrissement des tissus infectés, suivi d'un feutrage gris due à une production importante de spores (fig.03*), entraînant des pertes de rendements importantes en affaiblissant les plantes et en les détruisant (Williamson <i>et al.</i> , 2007).	 <p>Figure 03*: Pourriture grise de la tomate (Williamson <i>et al.</i>, 2007)</p>
Alternariose « brûlure alternarienne» L'agent responsable : <i>Alternaria solana</i> « <i>Alternaria daucii</i> » ou <i>Alternaria tomatophila</i>	Il occasionne surtout des taches foliaires vert sombres, puis deviennent rapidement brunes à noires, nécrotiques, bien délimitées, s'agrandissant en cercles concentriques, entourées souvent d'un halo jaune (fig.04*.a). Sur les tiges ou sur calice, des taches allongées brunes à centre gris et anneaux concentriques évoluant en chancre (fig.04*.b). Sur les fruits des taches concaves, peuvent se couvrir d'une moisissure noire, veloutée, débutant souvent à l'aisselle du calice (fig.04*.c). Les lésions sur fruits peuvent engendrer leur chute (Besri, 2010).	 <p>(a) (b) (c)</p> <p>Figure 04*: La brûlure alternarienne de la tomate. (a) : sur une tige ; (b) : sur une feuille (c) : sur un fruit (Besri, 2010)</p>

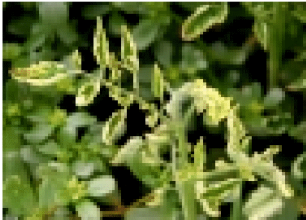


<p>Anthracnose L'agent responsable : <i>Colletotrichum coccodes</i></p>	<p>Des taches qui sont habituellement plus nombreuses sur le coté de la tomate tourné vers le sol ; le centre devient brun roux et porte de nombreux points sombres (fig.05*) (Grasselly et al., 2009).</p>	 <p>Figure 05*: Lésions d'anthracnose de la tomate (Grasselly et al., 2009)</p>
<p>Chancre de la tige « pied-noir » L'agent responsable : <i>Didymella lycopersici</i> ou <i>Phoma lycopersici</i></p>	<p>Sa transmission se fait essentiellement par des conidies présentes dans les matières organiques du sol, sur plantules, tout près du sol, peu après le repiquage, les tiges se recouvrent par des chancres bruns foncés enfoncés unilatérales encerclant la tige principale (fig.06*). L'écorce s'exfolie, alors que les tissus s'infléchissent du côté médullaire. Sur plantes adultes, il s'attaque aux racines, au collet, aux tiges, aux feuilles et aux fruits. Sur tiges, les chancres s'observent d'abord au point de contact entre les tuteurs, ensuite au niveau des blessures occasionnées par les opérations d'effeuillage et d'ébourgeonnage (Javis et Mckeen, 1991).</p>	 <p>Figure 06*: Lésions du chancre de la tige de la tomate (Javis et Mckeen, 1991)</p>
<p>Tache septorienne L'agent responsable : <i>Septoria lycopersici</i>, <i>Septoria tritici</i> ou <i>Septoria nodorum</i></p>	<p>se manifeste sous forme de petites taches à contours angulaires, pâles au centre, bordées d'une ligne brune sur les feuilles (fig.07*). De petits points noirs présentés par des pycnides se trouvent à leur surface. Les feuilles atteintes s'enroulent d'abord, puis se dessèche et tombent ce qui amène à une végétation fortement entravée (Bovey, 1972).</p>	 <p>Figure 07*: Lésions de la tache septorienne sur une foliole de tomate (Bovey, 1972)</p>
<p>Phoma L'agent responsable : <i>Phoma destructiva</i></p>	<p>Plutôt en climat méditerranéen, petites taches nécrotiques de 1 à 2 mm de diamètre sur feuilles (fig.08*. a), avec halo jaune et lésions noir sur fruits (fig.08*. b) (Messiaen et al., 1991).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 08*: Lésions de Phoma. (a) : sur foliole ; (b) : sur fruit de la tomate (Messiaen et al., 1991)</p>
<p>Cladosporiose « moisissure olive » L'agent responsable : <i>Cladosporium fulvum</i> Cooke ou <i>Pasalora fulva</i></p>	<p>Le parasite attaque les feuilles les plus basses en premier. Seulement dans les cas les plus graves ; les fleurs, la tige et les fruits peuvent être atteints. En cas d'attaque précoce, les pertes de rendement peuvent être importantes. Il provoque des taches jaunâtres angulaires, pâles et chlorotiques. Les tissus situés au centre des taches brunissent, se nécrosent progressivement et se dessèchent sur la face supérieure des feuilles (fig.09*), et par une moisissure gris verdâtre ou violette à la face inférieure des feuilles (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Figure 09*: Taches de cladosporiose sur une foliole de tomate (Blancard et al., 2009)</p>






<p>Fusariose L'agent responsable : <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> ou <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i></p>	<p>Les plantes infectées par ce mycète du sol présentent un jaunissement des feuilles (fig.10*), un flétrissement et un dessèchement se propageant à partir de la base de la plante et des tissus ligneux colorés en brun rouge sur racines et collet. Au départ, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes, avant de se propager à l'ensemble de la plante (Messiaen <i>et al.</i>, 1991).</p>	 <p>Figure 10*: Lésions de la fusariose de la tomate (Messiaen <i>et al.</i>, 1991)</p>
<p>Flétrissement verticillien « verticilliose » L'agent responsable : <i>Verticillium dahliae</i> ou <i>Verticillium albo-atrum</i></p>	<p>Cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante. Contrairement à la fusariose, les symptômes de la verticilliose se manifestent sur l'ensemble de la surface des feuilles souvent internervaire et en forme de « v » (fig.11*.a), des branches ou des plantes. Une coloration gris clair à brun clair des vaisseaux (fig.11*.b). Les plantes atteintes ne meurent pas. Les lésions nuisent au pelage des tomates. La défoliation, en exposant le fruit, le rend du coup vulnérable à l'insolation, et à une mauvaise coloration (Ruocco <i>et al.</i>, 2011).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 11*: Lésions de la verticilliose de la tomate. (a) : sur une foliole ; (b) : sur une tige (Ruocco <i>et al.</i>, 2011)</p>
<p>Racines liégeuses « corky root » L'agent responsable : <i>Pyrenochaeta Lycopersici</i> ou <i>Colletotrichum atramentarium</i></p>	<p>L'agent responsable s'attaque essentiellement au système racinaire. La maladie se manifeste par présence des racines adventives de la couronne, perte de petites racines, des altérations brunes et lisses et des lésions nécrotiques (fig.12*.a). Les symptômes foliaires peuvent être soudains avec l'arrivée du temps chaud et sec qui se caractérisent par un flétrissement des plantes, jaunissement du feuillage, souvent fragmentaires (fig.12*.b). Dans les cas graves, la mort de la plupart des feuilles, bien avant la date prévue de récolte, ainsi que la perte associée de la qualité des fruits. Dans d'autres cas, le retard de croissance des plantes au début de la saison (Besri, 2010).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 12*: Symptômes des racines liégeuses de la tomate. (a) : sur les racines ; (b) : sur les plants (Besri, 2010)</p>
<p>Fumagines Agents responsables : Nombreux champignons ascomycètes</p>	<p>Elles apparaissent essentiellement dans les serres à forte densité où règne une humidité importante. Elles constituent des revêtements disposés en croûtes noires couvrant tous les organes de la plante (fig.13*). La réduction des échanges gazeux et de l'assimilation chlorophyllienne entraîne un affaiblissement progressif des plantes. La présence des fumagines résulte de leur développement sur le miellat produit par divers insectes notamment les homoptères (Grasselly <i>et al.</i>, 2009).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 13*: Lésions de fumagines (a) : sur une foliole ; (b) : sur un fruit (Grasselly <i>et al.</i>, 2009)</p>

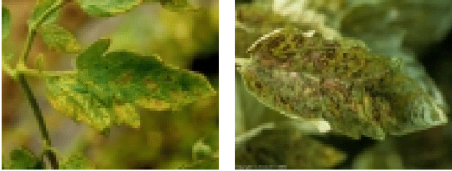
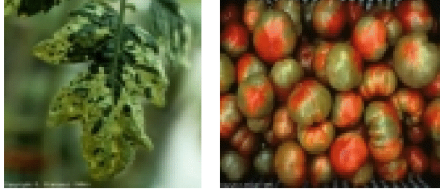


<p>Fonte des semis L'agent responsable : <i>Pythium sp.</i> ou <i>Rhizoctonia solani</i></p>	<p>Les jeunes plants qui réussissent à lever dépérissent rapidement, se couchent sur le sol et meurent. Sur les plantules âgées, les premiers symptômes apparaissent lorsque les feuilles à la base du plant prennent une coloration violacée et il se produit un resserrement de la partie inférieure de la tige qui brunit près de la surface du sol (fig.14*). Ils peuvent aussi provoquer la pourriture des semences, la pourriture des racines (fig14) et la formation de chancres sur les pétioles des feuilles inférieures (Javis et Mckeen, 1991).</p>	 <p>Figure 14*: Lésions de la fonte des semis sur tige et racines de la tomate (Javis et Mckeen, 1991)</p>
<p>Maladies bactériennes</p>	<p>Symptômes et dégâts</p>	<p>Figures correspondantes</p>
<p>Tache bactérienne <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i></p>	<p>Des lésions sur toutes les parties aériennes du plant. L'infection initiale du fruit se produit uniquement sur les fruits verts. Les lésions ont tendance à se concentrer sur le pourtour et aux extrémités des feuilles. Les fruits infectés développent de petites taches sombres en relief, qui sont parfois entourées d'une auréole blanche ou jaune. Les taches arrondies s'étendent sur les fruits et les feuilles et peuvent atteindre 3- 5 mm de diamètre, tandis que leur centre devient brun et liégeux (fig.15* et 16*). Les tiges et les boutons floraux peuvent aussi être atteints et se couvrir de lésions elliptiques. Les lésions sur les pédicelles peuvent provoquer l'avortement des fleurs, donc des pertes de rendement. Les infections graves peuvent entraîner une défoliation des plants et finissent par mourir (Messiaen et al., 1991).</p>	 <p>Figure 15*: Lésions de la tache bactérienne sur une foliole de tomate (Messiaen et al., 1991)</p>  <p>Figure 16*: Lésions de la tache bactérienne sur le fruit et sous les sépales de la tomate (Messiaen et al., 1991)</p>
<p>Moucheture bactérienne L'agent responsable : <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Tomato</i>.</p>	<p>Seuls les fruits verts sont atteints par la moucheture bactérienne. Les symptômes sur les fruits et les feuilles sont des petites ponctuations brun foncé (de 1 à 3 mm de diamètre), légèrement en relief, souvent entourées d'une fine auréole verte ou jaune. Les lésions sont superficielles et se détachent par un simple coup d'ongle (fig.17*). Les mouchetures déforment parfois les feuilles (fig.18*). Souvent, les lésions sont concentrées près du pourtour des feuilles qui, dans certains cas, sont totalement brûlées. Les lésions sont plus étendues et irrégulières, ressemblant à celles de la tache bactérienne. Les tiges et les boutons floraux peuvent aussi être atteints et se couvrir de lésions. Les infections graves peuvent entraîner une défoliation des plants et la mort des folioles. Les plantules gravement infectées rabougrissent (Messiaen et al., 1991).</p>	 <p>Figure 17*: Lésions de la moucheture bactérienne sur les fruits et les feuilles de la tomate (Messiaen et al., 1991)</p>  <p>Figure 18*: Lésions de la moucheture bactérienne sur une foliole de tomate (Messiaen et al., 1991)</p>





<p>Chancre bactérien L'agent responsable : <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> « <i>Corynebacterium michiganense</i> pv. <i>Michiganense</i> »</p>	<p>Le flétrissement des feuilles inférieures qui s'enroulent vers le bas. En général, le flétrissement gagne progressivement en hauteur. Les plants s'effondrent et meurent, surtout si l'infection survient dans les premiers stades de croissance. Les feuilles ont des pourtours noirs caractéristiques, sans autres taches sur le limbe, si ce n'est, parfois, un liséré jaune étroit, entre les pourtours nécrosés et les tissus sains (fig.19*.a) Les tiges infectées peuvent présenter une coloration brun pâle, surtout aux nœuds et juste au-dessus du collet. Au fur et à mesure que la maladie progresse, la teinte devient brun rougeâtre (fig.19*.b). Sur les fruits, peuvent apparaître des taches ocellées, relativement petites. Ces taches ont un centre brun pâle et sont souvent entourées d'une auréole blanche d'aspect huileux (fig.19*.c et d) (Villeneuve, 2009).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>(c) (d)</p> <p>Figure 19*: Lésions du chancre bactérien de la tomate. (a) : sur une foliole ; (b) : sur une tige ; (c) : sur un fruit vert ; (d) : sur un fruit mur (Villeneuve, 2009)</p>
<p>Flétrissement bactérien L'agent responsable : 1. <i>Ralstonia solanacearum</i> ou 2. <i>Pseudomonas solanacearum</i></p>	<p>Une altération plus marquée de la couleur des tissus vasculaires et de la tige (fig.20*.a), et qui se manifeste par :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Un flétrissement des feuilles terminales, suivi après 2 à 3 jours d'un flétrissement soudain et permanent sans jaunissement. Des racines adventives peuvent se former sur les tiges principales. 2. Les plants se flétrissent brusquement et peuvent mourir. Ceux qui survivent restent atrophiés et les feuilles atteintes de flétrissure jaunissent (fig.20*.b) (Blancard, 1997). 	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 20*: Lésions de flétrissement bactérien. (a) : sur la tige de la tomate ; (b) : sur les plants de la tomate (Blancard, 1997)</p>
<p>Galle bactérienne L'agent responsable : <i>Xanthomonas campestris</i> pv</p>	<p>Des taches brunes à noires sur les fruits d'environ 1cm de diamètre, s'élargissant progressivement (fig.21*) (Villeneuve, 2009).</p>	 <p>Figure 21*: Lésions de la galle bactérienne sur les fruits de tomate (Villeneuve, 2009)</p>
<p>Pourriture molle bactérienne de la tige L'agent responsable : <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>Carotovora</i></p>	<p>Des lésions brun foncé entourent les cicatrices foliaires les plus basses, puis la tige s'évide et devient aqueuse (fig.22*). Un jaunissement des plants et l'enveloppe corticale s'enlève facilement (Blancard, 1997).</p>	 <p>Figure 22*: Pourriture molle bactérienne de la tige de tomate (Blancard, 1997)</p>





<p>Moëlle noire L'agent responsable : <i>Pseudomonas corrugata</i></p>	<p>Apparition des lésions allongées noirâtres sur les tiges, les feuilles flétrissent et peuvent prendre une couleur jaunâtre (fig.23*) (Blancard, 1997).</p>	 <p>Figure 23*: Lésions de la moëlle noire sur tige et feuilles de tomate (Blancard, 1997)</p>
<p>Maladies virales</p> <p><i>Tomato spotted wilt virus</i> (TSWV) - Virus de la maladie bronzée de la tomate (peut être transmis par différentes espèces de thrips).</p>	<p>Symptômes et dégâts</p> <p>Présence de taches sous la forme d'anneaux concentriques bruns à la face supérieure des feuilles médianes (fig.24*.a). Sur les nouvelles feuilles, présence de zones brûlées débutant dans la partie basale des feuilles et progressent sur le limbe. Les zones affectées s'étendent et les folioles plutôt chlorotiques, prennent une teinte bronzée. Il y a affaissement du point de croissance, quelques brûlures apicales sont également visibles. Des lésions nécrotiques brun foncé ou noir peuvent apparaître sur les pétioles et les tiges (fig.24*.b). Des flétrissements sont parfois observés. Les plants sévèrement affectés présentent des rabougrissements à l'apex. Des taches irrégulières, anneaux concentriques et une décoloration jaune peuvent être présentes sur les fruits matures (fig.24*.c et d) (Daughtrey et al., 2006).</p>	<p>Figures correspondantes</p>  <p>Figure 24*: Maladie bronzée de la tomate. (a) : sur une foliole ; (b) : sur une tige ; (c) : sur un fruit vert ; (d) : sur un fruit mur (Daughtrey et al., 2006)</p>
<p><i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV) - Virus de la mosaïque de la tomate</p>	<p>A côté d'un ralentissement de la croissance des plantes, diverses anomalies de coloration peuvent apparaître sur les folioles et les feuilles : un éclaircissement des nervures, une marbrure, une mosaïque plus ou moins contrastée, en plages vertes, jaunes, voire blanches. Le limbe est également plus ou moins gaufré et crispé (fig.25*.a). On peut constater la chute de fleurs. Les fruits à maturité, sont de taille réduite et parfois plus ou moins bosselés. Ils subissent aussi des décolorations jaunes (fig.25*.b), parfois en anneaux, ainsi que des altérations nécrotiques internes localisées dans les tissus vasculaires (Marchoux et al., 2008).</p>	 <p>Figure 25*: Symptômes de la mosaïque de la tomate. (a) : sur les feuilles ; (b) : sur les fruits (Marchoux et al., 2008)</p>


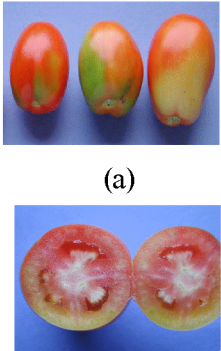


<p><i>Tomato yellow leaf curl virus</i> (TYLCV) - Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate</p>	<p>une croissance ralentie, voire bloquée des plants affectés. Ils prennent un aspect chétif et buissonnant, et de la réduction de la longueur des entre-nœuds. Dans le cas d'infections précoces, elles restent naines et ne produisent pas de fruits. La forme et/ou la coloration des folioles est altérée. Leur taille est fréquemment réduite. Elles s'incurvent progressivement vers le haut, conférant au limbe donnant l'apparence d'une cuillère (fig.26*). Elles présentent aussi un jaunissement internervaire plus ou moins intense. De plus, le limbe a tendance à durcir, et parfois à prendre une coloration violacée, notamment au niveau des nervures en relief sous les folioles. Les fleurs chutent prématurément ; aussi la production de fruits peut-elle être fortement réduite (Javis et Mckeen, 1991).</p>	 <p>Figure 26*: Symptômes de virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (Javis et Mckeen, 1991)</p>
<p><i>Tomato chlorosis virus</i> (ToCV) - Virus de la chlorose de la tomate</p>	<p>une marbrure chlorotique, voire des taches chlorotiques irrégulières, apparaissent entre les nervures des folioles et s'étendent progressivement (fig.27*). Des petites altérations nécrotiques rougeâtres à brunes sont parfois visibles sur le limbe. Le jaunissement gagne progressivement les feuilles supérieures. Au bout de quelques semaines, certaines plantes présentent une chlorose internervaire assez soutenue, généralisée à de nombreuses feuilles, les nervures des folioles restant vert sombre et contrastant avec le reste du limbe. Les plantes finissent par vieillir prématurément ; les vieilles feuilles s'épaississent, s'enroulent et deviennent cassantes (Nechadi et al., 2001).</p>	 <p>Figure 27*: Symptômes de virus de la chlorose sur folioles de la tomate (Nechadi et al., 2001)</p>
<p><i>Alfalfa mosaic virus</i> (AMV) - Virus de la mosaïque de la luzerne</p>	<p>ce virus induit deux principaux symptômes sur les feuilles : une mosaïque généralement vive et des lésions nécrotiques en taches, débutant souvent à la base des folioles ou réparties sur tout le limbe, entraînant parfois une nécrose des nervures(fig.28*).</p> <p>Des lésions nécrotiques, longitudinales et unilatérales, peuvent apparaître ensuite sur les tiges sur une longueur pouvant atteindre 20 cm (fig.28*). Les bourgeons apicaux sont parfois entièrement détruits par la nécrose. Les fruits peuvent aussi exprimer divers symptômes ; ils peuvent chuter, être déformés, ou voir leur croissance bloquée. Ceux plus âgés présentent parfois des taches nécrotiques,</p>	 <p>Figure 28*: Symptômes de virus de la mosaïque de la luzerne sur feuille et tige de la tomate (Albouy et Devergne, 1998)</p>






	<p>externes ou internes, plus ou moins étendues et en creux (fig.29*). Ces lésions peuvent entraîner une nécrose généralisée (Albouy et Devergne, 1998).</p>	 <p>Figure 29*: Symptômes de virus de la mosaïque de la luzerne sur fruits de tomate (Albouy et Devergne, 1998)</p>
<p><i>Cucumber mosaic virus (CMV)</i> - Virus de la mosaïque du concombre</p>	<p>Ces symptômes sont surtout localisés sur le feuillage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une marbrure, voire une mosaïque verte à jaune et une déformation et une réduction de la taille des folioles (fig.30*.a). - des lésions, des taches nécrotiques plus ou moins confluentes couvrant plus ou moins le limbe de quelques feuilles et pétioles (fig.30*.b). <p>Les fruits révèlent des taches annulaires olivâtres ou brunes et des boursouflures (fig.30*.c).</p> <p>-Les plantes affectées précocement peuvent être particulièrement rabougries et buissonnantes (Blancard <i>et al.</i>, 2009).</p>	 <p>(a) (b)</p>  <p>(c)</p> <p>Figure 30*: Symptômes de virus de la mosaïque du concombre sur tomate. (a) : sur feuille ; (b) : sur pétiole ; (c) : sur fruits (Blancard <i>et al.</i>, 2009)</p>
<p><i>Eggplant mottled dwarf virus (EMDV)</i> - Virus du rabougrissement marbré de l'aubergine</p>	<p>Ce virus cause un éclaircissement et un jaunissement au niveau des nervures des jeunes folioles. Ces dernières sont également de taille réduite, déformées et enroulées (fig.31*.a). La croissance des plantes est réduite, voire bloquée. Elles finissent par être stériles, et les fruits en cours de croissance deviennent mal colorés et plus ou moins plissés à boursoufflés (fig.31*.b) (Marchoux <i>et al.</i>, 2008).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 31*: Symptômes virus du rabougrissement marbré de l'aubergine sur tomate. (a) : sur feuilles ; (b) : sur fruits (Marchoux <i>et al.</i>, 2008)</p>
<p><i>Pepino mosaic virus (PepMV)</i> - Virus de la mosaïque du pépino</p>	<p>des mosaïques foliaires plus ou moins sévères, parfois assez jaunes (fig.32*.a), des taches, voire des plages chlorotiques assez marquées (fig.32*.b) et des lésions nécrotiques. Les taches jaunes constituent le symptôme le plus caractéristique de cette virose (Messiaen <i>et al.</i>, 1991).</p>	 <p>(b) (b)</p> <p>Figure 32*: Symptômes de virus de la mosaïque du pépino sur feuilles de tomate (Messiaen <i>et al.</i>, 1991)</p>




<p><i>Potato virus Y (PVY) - Virus Y de la pomme de terre</i></p>	<p>- diverses anomalies de coloration se traduisant par la présence sur les jeunes feuilles de marbrures d'abord discrètes, évoluant progressivement en mosaïque verte (fig.33*.a), des bandes de tissus vert foncé localisées le long des nervures, et des taches chlorotiques diffuses.</p> <p>- des altérations nécrotiques provoquées par les souches nécrogènes induisant des taches foliaires brun rougeâtre se nécrosant rapidement (fig.33*.b). Des lésions nécrotiques sont parfois présentes sur les pétioles et même la tige, sous la forme de stries foncées plus ou moins étendues (Nechadi et al., 2001).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 33*: Symptômes de virus Y de la pomme de terre sur les folioles de tomate (Nechadi et al., 2001)</p>
<p><i>Tobacco mosaic virus (TMV) - Virus de la mosaïque du tabac</i></p>	<p>De légères marbrures, une mosaïque verte à jaune sur les folioles et les feuilles (fig.34*.a). Parfois, les sépales et les pétales sont ondulés et le nombre de sacs polliniques est diminué. Les fruits infectés peuvent être normaux ou révéler divers symptômes : marbrure plus ou moins nécrotiques (fig.34*.b) (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 34*: Symptômes de virus de la mosaïque du tabac sur tomate. a : sur une foliole, b : sur fruits (Blancard et al., 2009)</p>
<p>Rabougrissement apical (TASVD)</p>	<p>Les symptômes sont comparable mais plus sévères a ceux induits par le PSTVD :</p> <p>Un sévère rabougrissement des plantes, épinastie foliaire prononcée accompagnée de nécroses nervaires (fig.35*) et de nécrose sur tige ; dans les cas sévères. Le développement des fleurs et fruits reste bloquer précocement. Les pertes sont très importantes (Marchoux et al., 2008).</p>	 <p>Figure 35*: Symptômes de rabougrissement apical sur plant de tomate (Marchoux et al., 2008)</p>
<p>Tomato planta macho viroïde (TPMVD)</p>	<p>Les plantes sont sévèrement rabougries et leurs folioles subissent une épinastie prononcée, accompagnée de nécroses nervaires (fig.36*) (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Figure 36*: Symptômes de Tomato planta macho viroïde sur plants de tomate (Blancard et al., 2009)</p>
<p>Potato spindle tuber viroid (PSTVd)Viroïde des tubercules fusiformes de la pomme de terre</p>	<p>Les plantes sont rabougries et leurs folioles subissent une épinastie prononcée, accompagnée de nécroses nervaires (fig.37*) (Blancard et al., 2009).</p>	

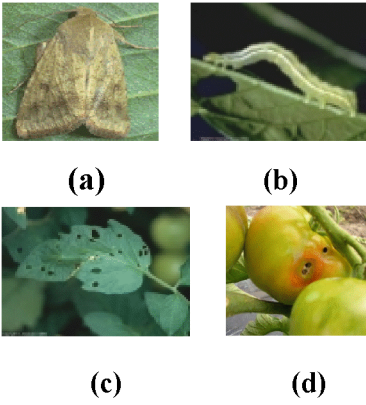


		 <p>Figure 37*: Symptômes de viroïde des tubercules fusiformes de la pomme de terre sur folioles de tomate (Blancard et <i>al.</i>, 2009)</p>
<p>Tomato chlorotic dwarf viroid (TCDVd) Viroïde du rabougrissement chlorotique de la tomate</p>	<p>Les plantes présentent un aspect rabougri, des feuilles chlorotiques et une taille réduite, avec des nécroses nervaires et pétiolaires (fig.38*) (Messiaen et <i>al.</i>, 1991).</p>	 <p>Figure 38 *: Symptômes de viroïde du rabougrissement chlorotique de la tomate (Messiaen et <i>al.</i>, 1991)</p>
<p><i>Citrus exocortis</i> viroid (CEVd) - Viroïde de l'exocortis des agrumes (I-TBTVD)</p>	<p>les plantes présentent un fort rabougrissement et une épinastie foliaire, des distorsions foliaires (fig.39*) et des nécroses nervaires (Marchoux et <i>al.</i>, 2008).</p>	 <p>Figure 39*: Symptômes de Viroïde de l'exocortis des agrumes sur feuilles de tomate (Marchoux et <i>al.</i>, 2008)</p>
<p><i>Columnnea latent</i> viroid (CLVd) - Viroïde latent du Columnnea</p>	<p>Les plantes atteintes prennent un aspect rabougri et présentent des feuilles chlorotiques et déformées (fig.40*), avec éventuellement des nécroses nervaires (Nechadi et <i>al.</i>, 2001).</p>	 <p>Figure 40*: Symptômes de viroïde latent du Columnnea sur feuilles de tomate (Nechadi et <i>al.</i>, 2001)</p>

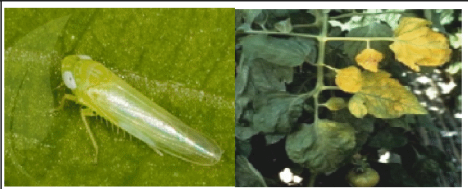

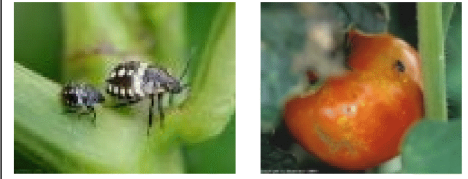
Nématodes	Symptômes et dégâts	Figures correspondantes
	<p>Les nématodes sont des vers microscopiques qui vivent dans le sol. Les plus fréquents sont les nématodes à galles <i>Meloidogyne incognita</i> (fig.41*.a) : il s'agit d'endoparasites sédentaires qui provoquent la formation de nodosités sur les racines (fig.41*.b) et la perturbation de leur absorption, interagissent avec les flétrissements bactériens et fongiques et occasionnent de nombreux dégâts. Les plantes infestées sont moins vigoureuses surtout à la sécheresse, et produisent moins de fruit (Candal et al., 2006)</p> <p>Ceux qui transmettent des virus appartiennent aux genres : <i>Xiphinema</i>, <i>Longidorus</i>, <i>Trichodorus</i> et <i>Paratrichodorus</i> (Pérou, 2006).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 41*: (a) <i>Meloidogyne incognita</i> sur racine de tomate (grossi 500 fois) (b) racines de tomate à nodosités (Candal et al., 2006)</p>
<p>Adventices Agents responsables :</p> <p><i>Solanum nigrum</i>, <i>Setaria spp</i>, <i>Daucus carota</i>, <i>Emex spinosa</i>, <i>Chenopodium album</i>, <i>Datura stramonium</i>, <i>Sonchus asper</i>, <i>Chenopodium murale</i>, <i>Urtica urens</i>, <i>Convolvulus arvensis</i>, <i>Amaranthus retroflexus</i>, <i>Malva parviflora</i>, <i>Echinochloa crus galli</i>, <i>Cynodon dactylon</i>, <i>Anagallis foemina</i>, <i>Diplotaxis catholica</i>, <i>Orobanche ramosa</i> <i>Cuscuta pentagona</i>.</p>	<p>Les "mauvaises herbes" ou adventices désignent toutes les plantes qui poussent spontanément là où nous ne désirons pas. Elles font la concurrence aux pieds de tomate à l'égard de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs. Parfois elles abritent des organismes qui provoquent des maladies de la tomate, ce qui réduit le rendement (Shankara et al., 2005).</p> <p>Selon Si Bennasseur (2005), dans les pays méditerranéens, les cultures de tomates peuvent aussi être infestées par des plantes parasites des genres <i>Orobanche</i> (<i>Orobanche ramosa</i> (fig.42*.a) et <i>Orobanche aegyptiaca</i>) et <i>Cuscuta</i> <i>Cuscuta pentagona</i> (fig.42*.b).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 42*: <i>Orobanche ramosa</i> et <i>Cuscuta pentagona</i> (Si Bennasseur, 2005)</p>
Principales maladies non parasitaires de la tomate		
<p>Nécrose apicale «pourriture apicale» « maladie du cul noir »</p>	<p>Selon Grasselly et al. (2009), elle est due à l'excès ou carence au calcium, l'excès d'azote, l'antagonisme du potassium sur magnésium et ammonium sur le calcium, la salinité, l'irrégularité de l'irrigation, les températures élevées et l'ensoleillement plus intense, surtout à la suite de temps frais et nuageux et des variations de concentrations d'hormones de croissance dans le plant. Elle touche les fruits et se manifeste par trois types de symptômes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La nécrose interne (fig.43*). 2. La nécrose apicale typique (fig.44*), correspond à l'apparition d'une ou plusieurs taches d'aspect légèrement livide, virant ou brun noir sur l'extrémité distale du fruit près de l'attache pistillaire. 3. La nécrose sévère, sur jeunes fruits qui peut affecter plus de la moitié du fruit. 	 <p>Figure 43*: Nécrose interne de la tomate (Grasselly et al., 2009)</p>  <p>Figure 44*: Nécrose apicale typique de la tomate (Grasselly et al., 2009)</p>




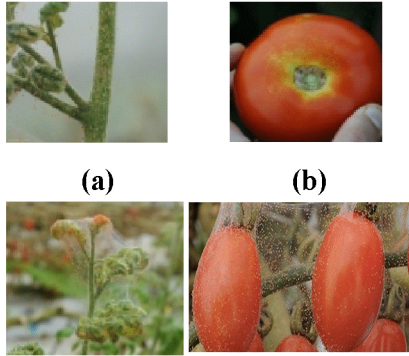
<p>Fruits de tomate creux à facettes</p>	<p>Le problème est dû probablement au manque de pollinisation, à la mauvaise alimentation du fruit en éléments nutritifs et à la mauvaise fermeture des serres pendant les nuits froides. Ce phénomène est plus fréquent sur tomate grappe et ronde, en jours courts.</p> <p>Une anomalie qui ne se manifeste que sur les premiers bouquets floraux.</p> <p>Les fruits ayant une forme triangulaire ou cordiforme présentant un taux de matière sèche faible, une chair moins épaisse et 3 ou 4 facettes (fig.45*) et des cavités locales partiellement vides présentant parfois peu de graines (Javis et Mckeen, 1991).</p>	 <p>Figure 45*: Fruit de tomate creux à facette (Javis et Mckeen, 1991)</p>
<p>Taches immatures « mûrissement en plaque »</p>	<p>L'apparition de ces taches immatures est liée à des variations de température, l'humidité élevée, les sols très humides ou compactés, une faible conductivité électrique du sol et de la solution nutritive et les déséquilibres des taux des fertilisations.</p> <p>Se traduisent par des défauts de coloration du fruit, avec des zones marbrure, verte, jaune et rouge, qui peuvent se maintenir à maturité (fig.46*.a).</p> <p>A l'intérieur du fruit, de grandes plaques de chair dures, grisâtre à jaunâtre, ne parviennent pas à mûrir (fig.46*.b) ; on peut voir des bandes brunes de tissu vasculaire (Blancard, 1997).</p>	 <p>Figure 46*: Taches immatures de tomate. (a) : à la surface des fruits ; (b) : à l'intérieure d'un fruit (Blancard, 1997)</p>
<p>Collet vert ou jaune</p>	<p>Ce phénomène se produit lors d'une exposition directe au rayonnement solaire, entraînant une augmentation importante de la température du fruit.</p> <p>La chair sur le collet demeure verte (fig.47*.a) ou vire au jaune (fig.47*.b). Il arrive aussi que seul un anneau de tissus (en forme d'œil) soit touché autour de la cicatrice pédonculaire. La sensibilité à ces désordres dépend en partie des variétés (Grasselly et al., 2009).</p>	 <p>Figure 47*: Tomates (a) : à Collet vert de tomate ; (b) : à Collet jaune de tomate (Grasselly et al., 2009)</p>
<p>Chair blanche</p>	<p>Bien qu'à l'extérieur, la tomate soit rouge, la chair des fruits atteints est blanche et dure au collet et parfois vers l'intérieur du fruit (fig.48*) (Javis et Mckeen, 1991).</p>	 <p>Figure 48*: Chair blanche de la tomate (Javis et Mckeen, 1991)</p>

<p>Fentes de croissance «Eclatements des fruits» « Microfissures»</p>	<p>Ce phénomène se produit lors d'une fertilisation excessive provoquant ainsi une baisse brutale de la conductivité de la solution minérale. les fruits ne résistent pas aux brusques changements de pression et éclatent sous un aspect circulaire ou radial. Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer donnant un aspect grisâtre (fig.49*) (Pérou, 2006).</p>	 <p>Figure 49*: Fentes de croissance de la tomate (Pérou, 2006)</p>
<p>Face de chat</p>	<p>Des températures inférieures à 15 °C, l'utilisation des herbicides hormonaux durant la floraison, l'excès d'azote et une taille excessive sont propices à l'apparition de ces défauts. Une altération en « face de chat » (fig.50*) s'observe habituellement sur les premières tomates des variétés à gros fruits par la présence de cicatrices et d'orifices à l'extrémité apicale des fruits (Grasselly et al., 2009).</p>	 <p>Figure 50*: Gamme de face de chat de tomate (Grasselly et al., 2009)</p>
<p>Cicatrice longitudinale</p>	<p>Son apparition est associée à un problème de pollinisation, lorsque celle-ci survient à des températures extrêmes ou d'humidité élevée. La cicatrice comporte une série de très fines cicatrices linéaires (fig.51*) qui s'étendent, tout le long ou en partie, de l'extrémité du pédoncule du fruit jusqu'à l'extrémité apicale (Messiaen et al., 1991).</p>	 <p>Figure 51*: Cicatrice longitudinale des tomates (Messiaen et al., 1991).</p>
<p>Coups de soleil</p>	<p>selon Grasselly (2000), le côté du fruit vert exposé au rayonnement solaire direct mûrit de façon irrégulière et présente des taches jaunes à maturité (fig.52*). Les dégâts sont plus graves, en particulier lorsque les fruits sont moins protégés des rayons solaires par le feuillage.</p>	 <p>Figure 52*: Tomate ayant subi une brûlure due au soleil (Grasselly, 2000)</p>
<p>Principaux ravageurs de la tomate</p>		
<p>Insectes</p>	<p>Symptômes et dégâts</p>	<p>Figures correspondantes</p>
<p>Mineuse de la tomate, <i>Tuta Absoluta</i></p>	<p>D'après Blancard et al. (2009), <i>Tuta Absoluta</i>, mineuse de la tomate (Fig.53*.a) est un ravageur dévastateur de la tomate. La larve creuse de grandes galeries dans des feuilles (Fig.54*.b), dans des tiges, au niveau des bourgeons apicaux, et des fruits verts et mûrs, causant des pertes substantielles de rendement de tomate cultivée sous serre et en plein champ. La larve peut s'alimenter sur toutes les parties de la plante de tomate et peut perturber toutes les étapes de la croissance et causer des pertes.</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 53*: <i>Tuta absoluta</i>. (a) : adulte ; (b) : lésions des larves sur feuilles de tomate (Blancard et al., 2009)</p>

<p>Aleurodes</p>	<p>Les aleurodes blanches des serres (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) (Fig.54*.a) sont à redouter dans les cultures sous abri (Fig.54*.b), ainsi que le virus de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV), genre <i>Begemovirus</i> peut être transmis exclusivement par l'aleurode « <i>Bamisia tabaci</i> » c'est largement répandus au niveau mondial causant des pertes importantes sur cultures de la tomate. Par ailleurs, deux virus du genre <i>Crinivirus</i>, le <i>Tomato Chlorosis Virus</i> (TOCV) et le <i>Tomato Infections Chlorovirus</i> (TICV), responsables de la jaunisse sur la tomate, peuvent être aussi transmis par différentes espèces d'aleurodes (Albourny et Devergne, 1998 ; Alabouvette et al., 2003).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 54*: <i>Trialeurodes vaporariorum</i>. (a) : (œufs, nymphe, adultes) sur une foliole de tomate ; (b) : leurs Dégâts sur fruits de tomate (Alabouvette et al., 2003)</p>
<p>Mouche mineuse (<i>Liriomyza bryoniae</i>)</p>	<p>La mouche <i>Liriomyza bryoniae</i> (Fig.55*.a) creuse des galeries qui ressemblent à celle de <i>T. absoluta</i>. Généralement, les galeries de la mouche sont en forme de canaux (Fig.55*.b) dans lesquels les déjections des larves forment un fil qui suit le parcours de l'asticot. Cette différence de rejet de fèces est un indice de reconnaissance des deux espèces (Ravidal et Rouzes, 2010).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 55*: <i>Liriomyza bryoniae</i>. (a) : adulte ; (b) : galeries produites par les larves sur une foliole de la tomate (Ravidal et Rouzes, 2010)</p>
<p>Thrips des petits fruits ou Thrips californien (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	<p>L'insecte attaque les plantes de plusieurs manières. Les principaux dommages sont causés par les adultes lorsqu'ils pondent dans les tissus de la plante. Les plantes sont également dévorées par l'insecte, ce qui laisse dans les feuilles des trous et des marques de décoloration argentées lorsque la plante réagit à la salive des insectes. Les nymphes se nourrissent abondamment des jeunes fruits, commençant à peine leur développement à partir des fleurs. Le thrips des petits fruits (Fig.56*) est aussi le principal vecteur de la maladie bronzée de la tomate (Houamel, 2013).</p>	 <p>Figure 56*: <i>Frankliniella occidentalis</i> sur une foliole de tomate (Houamel, 2013)</p>

<p>Noctuelle de la tomate</p>	<p>La noctuelle de la tomate (<i>Heliothis armigera</i>) (Fig.57*.a), est un ravageur (Fig.57*.b) qui s'attaque à la tomate. Sur cette culture, elle inflige des dégâts en creusant l'extérieur du fruit, jusqu'à ce qu'elle pénètre à l'intérieur (Fig.57*.d). Les attaques de ce ravageur sur fruits jeunes induisent une maturation accélérée accompagnée d'une chute des fruits. Des dégâts sont aussi observés sur les feuilles (Fig.57*.c) à partir desquelles la larve de noctuelle se nourrit ; de l'enroulement des feuilles avec présence d'un cocon de fils soyeux. Ses pièces buccales broyeuses lui permettent de s'attaquer à tout ou partie de plants de tomate (Mazollier et al., 2001).</p>	 <p>(a) (b) (c) (d)</p> <p>Figure 57*: Noctuelle de la tomate (<i>Heliothis armigera</i>). (a) : adulte ; (b) : ses dégâts sur fruits de tomate (Mazollier et al., 2001)</p>
<p>Doryphores</p>	<p>Selon Remillet (1988), les doryphores sont des insectes coléoptères aux élytres jaunes rayés de noir (Fig.58*). Les adultes comme les larves, dévorent le limbe des feuilles (Fig.58*), voire les tiges. Ces dégâts peuvent être importants, au point de diminuer de 2/3 la production.</p>	 <p>Figure 58*: Doryphore <i>Leptinotarsa decemlineata</i> et ses dégâts sur foliole de tomate (Remillet, 1988)</p>
<p>Ver-gris panaché</p>	<p>Selon Mazollier et al. (2001), le ver-gris panaché <i>Peridroma saucia</i> (Fig.59*.a) est l'espèce de ver-gris le plus grosse. Ce ver-gris grimpeur à un corps mou et plat, est de couleur foncé avec des lignes et des points orange le long du dos et sur les côtés et il peut atteindre une longueur de 3,8 à 5 cm. Il se nourrit de la feuille et du fruit. Les perforations effectuées par les vers-gris sur le feuillage sont éparpillées, surtout au pourtour des feuilles. Les vers-gris peuvent se contenter de percer légèrement le fruit en surface ou y faire des trous en profondeur (Fig.59*.b). Des micro-organismes secondaires peuvent alors envahir les fruits ainsi abîmés.</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 59*: Ver-gris panaché <i>Peridroma saucia</i>. (a) : sa morphologie ; (b) ses dommages sur les fruits de tomate (Mazollier et al., 2001)</p>

<p>Cicadelle</p>	<p>La cicadelle la plus commune, qui ravage les cultures de tomates, est la cicadelle de la pomme de terre <i>Empoasca fabae</i> (Fig.60*.a). Elle dépose des œufs verts à forme de banane sur le côté inférieur des feuilles. La cicadelle de la pomme de terre ne se trouve qu'en Amérique du Nord, du Centre et du Sud. Elle se nourrit de la sève de la plante, aux endroits où elle a sucé, la couleur de la feuille devient plus claire. Si les dommages sont importants toute la feuille prend une couleur plus claire. Les feuilles touchées deviennent vert pâle et leur pourtour s'enroule vers le bas (fig.60*.b). Le pourtour des feuilles brunit ensuite et devient cassant « brûlure de la cicadelle » (Alford, 2002).</p>	 <p style="text-align: center;">(a) (b)</p> <p>Figure 60*: Cicadelle <i>Empoasca fabae</i>. (a) : adulte ; (b) : ses dégâts sur foliole de tomate (Alford, 2002).</p>
<p>Pucerons</p>	<p>Les pucerons (fig.61*) sont des hémiptères qui enlèvent des éléments nutritifs de toutes les parties tendres de la plante, ce qui perturbe sa croissance et l'affaiblie. Se nourrissent du contenu des cellules de l'épiderme des feuilles, en piquant et suçant la sève. Des infestations précoces peuvent entraîner une déformation des folioles et des feuilles (fig.61*). Un excès de sucre est sécrété, qui sort des pucerons sous forme d'un miellat, qui attire les fourmis et sur lequel se développe un feutrage noir, qui est produit par un champignon microscopique : la fumagine, qui souille les feuilles et les fruits. De nombreux genres et espèces de pucerons, peuvent transmettre des virus et insérer des toxines dans les plantes, dont <i>Myzus persicae</i> et <i>Aphis gossipii</i> (Beliard, 2003).</p>	 <p>Figure 61*: Colonies de différents pucerons et leurs dégâts sur folioles de tomate (Beliard, 2003)</p>
<p>Punaises <i>Lygocoris pabulinus</i>, <i>Lygus spp.</i>, <i>Nesidiocoris tenuis</i>, <i>Nezara viridula</i>.</p>	<p>Les punaises (fig.62*.a) appartiennent à l'ordre des Hémiptères, au sous-ordre des Hétéroptères. Ces insectes piqueurs-suceurs, sont susceptibles d'occasionner des symptômes sur les feuilles et les fruits. On constate le flétrissement de feuilles de l'apex. Sur les jeunes fruits, les piqûres provoquent de minuscules taches ponctiformes autour desquelles, si l'on procède à une coupe, la coloration des tissus sous-jacents est plus claire que le reste du fruit. Sur fruits mûrs, les taches sont plus larges, blanches à jaune sombre (fig.62*.b). Les punaises pourraient être vectrices de bactéries et de levures présumées responsables d'altérations sur fruits une fois introduites dans</p>	 <p style="text-align: center;">(a) (b)</p> <p>Figure 62* : Punaises <i>Nezara viridula</i>. (a) : larves ; (b) : leurs dégâts sur fruit de tomate (Lange et Bronson, 1981)</p>

<p>Cochenilles <i>Pseudococcus viburni</i> (syn. <i>Pseudococcus affinis</i>).</p>	<p>ces derniers (Lange et Bronson, 1981). Sont des piqueurs suceurs appartenant à l'ordre des Hémiptères. La tomate est surtout affectée par quelques cochenilles (Fig.63*). dépourvus de bouclier corné, et le corps est généralement recouvert d'une sécrétion farineuse blanche. Elles possèdent des filaments cireux latéraux bien visibles à la périphérie du corps, et une sécrétion cotonneuse contenant les œufs. Le miellat et de la fumagine sécrétée (fig.63*) par les femelles et les larves recouvrent la surface des organes aériens ; réduisant ainsi la photosynthèse et la respiration, et provoquant le jaunissement et l'altération foliaires et souillent les fruits (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Figure 63*: Cochenilles <i>Pseudococcus viburni</i> et leurs dégâts sur les tiges de tomate (Blancard et al., 2009)</p>
<p>Taupins, vers fil de fer, <i>Agriotes spp.</i> —</p>	<p>Sont des vers jaunes qui dévorent notamment les racines et la tige des plantules (fig.64*) (Beliard, 2003).</p>	 <p>Figure 64*: Taupin <i>Agriotes spp</i> (Beliard, 2003)</p>
<p>Acariens (avec figures et nom de maladie causée par chaque espèce)</p>	<p>On distingue les acariens des insectes, au fait qu'ils ont quatre paires de pattes. Ils ne mesurent pas plus d'un millimètre et représentent de nombreuses espèces. Le plus connu dans nos jardins est le tétranyque tisserand <i>Tetranychus urticae</i> (fig.65*). Ils sont favorisés par la chaleur, la sécheresse et une fertilisation surabondante (excès d'azote). Les acariens se nourrissent du contenu des cellules de l'épiderme des feuilles, en piquant et suçant la sève sur toutes les parties tendres de la plante (Blancard, 1997).</p>	<p>Symptômes et dégâts</p> <p>Figures des symptômes</p>
<p>Acariose :</p>  <p>Figure 65*: Tétranyque tisserand <i>Tetranychus urticae</i> (Blancard et al., 2009)</p>	<p>De minuscules taches chlorotiques plus ou moins dispersées apparaissent sur et sous le limbe des folioles de tomate. Ce dernier jaunit progressivement et prend une teinte terne (fig.66*.a). De telles taches sont aussi visibles sur la tige et les pétioles (fig.66*.a), mais aussi sur certains fruits (fig.66*.b). Lors d'attaques sévères ; certaines feuilles peuvent jaunir, flétrir et se dessécher. La croissance des plantes peut être plus ou moins bloquée. De délicates toiles soyeuses sont visibles au sein du couvert végétal sur les apex dont la croissance peut être bloquée, sur les feuilles (Fig.66*.c) et sur les fruits (Fig.66*.d) (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Figure 66*: Lésions d'Acariose de la tomate : (a) sur tige ; (b) ; (c) sur fruits ; (d) sur feuilles (Blancard et al., 2009)</p>



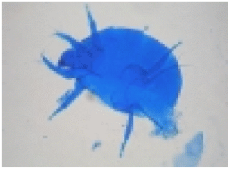
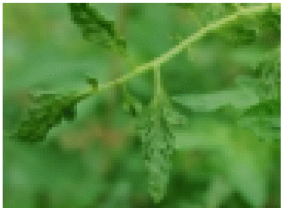
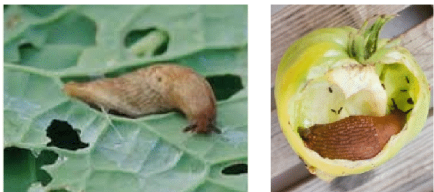
<p>Acariose bronzée :</p>  <p>Figure 67*: <i>Aculops lycopersici</i> (Blancard et al., 2009)</p>	<p>La face inférieure des folioles de la partie basse des plantes prend une teinte grasseuse à métallique. Les feuilles montrent une coloration plutôt bronzée (fig.68*.a). Des symptômes comparables peuvent être observés sur la tige, sur des segments assez conséquents et sur les pétioles (fig.68*.a) ; les fleurs peuvent avorter. Les plantes roussissent et se dessèchent et mourir par la suite. Les fruits sont aussi affectés. Ils sont plus ou moins bien colorés ; à terme, ils sont souvent plus petits et montrent des plages liégeuses et crevassées (fig.68*.b) (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>(a) (b)</p> <p>Figure 68*: Dégâts d'acariose bronzée sur tomate. (a) : sur feuilles et tige ; (b) : sur fruit (Blancard et al., 2009)</p>
<p>Tarsonème-acariose déformante :</p>  <p>Figure 69*: <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Blancard et al., 2009)</p>	<p>Les feuilles s'enroulent et se déforment, elles sont aussi plissées, plus épaisses et rigides. Elles présentent parfois une teinte bronze à brunâtre, et leur face inférieure à des reflets métalliques (fig.70*). Des zones de tissus brunâtres et subéreuses apparaissent sous les feuilles, sur les pétioles... Certaines plantes parasitées ont leur croissance bloquée. Les inflorescences peuvent brunir ou prendre une teinte bronze, voire tomber. Les fruits sont superficiellement liégeux, et présentent parfois des micro-éclatements (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Figure 70*: Lésions de Tarsonème-acariose déformante sur les feuilles de tomate (Blancard et al., 2009)</p>
<p>Mollusques : Gastéropodes</p>	<p>Symptômes</p>	<p>Figures correspondantes</p>
<p>Limace grise <i>Agriolimax agrestis</i>.</p>	<p>La limace grise attaque les jeunes plants de tomate. Elle provoque des trous (fig.71*) en dévorant des parties de feuilles et de fruits (Blancard et al., 2009).</p>	 <p>Fig. n° 71: Dommages causés par la limace grise sur foliole et fruit de tomate (Blancard et al., 2009)</p>

Tableau XIII : Nombre d'œufs pondus sur les faces inférieures et supérieures des folioles et selon l'étage foliaire des deux variétés étudiées Dawson et Cartier.

Date d'observation	V. DAWSON					V. CARTIER				
	Haut	Milieu	Bas	Face supérieure	Face inférieure	Haut	Milieu	Bas	Face supérieure	Face inférieure
28-avr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-mai	1	1	0	1	1	1	3	1	3	2
12-mai	0	0	4	1	3	0	0	0	0	0
19-mai	0	1	0	0	1	0	2	0	2	0
26-mai	2	1	0	2	1	1	0	0	1	0
02-juin	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0
09-juin	1	1	2	2	2	1	0	1	1	1
16-juin	0	1	1	1	1	2	2	1	2	3
23-juin	1	4	0	5	0	5	2	0	4	3
30-juin	3	1	0	3	1	2	2	3	4	3
07-juil	1	1	1	2	1	2	0	0	1	1
14-juil	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0
21-juil	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
28-juil	0	1	1	1	1	2	0	1	1	2
04-août	/	/	/	/	/	1	0	4	0	5

Tableau XIV : Résultats des taux de ponte sur les faces supérieures et inférieures des folioles et de la comparaison des taux de ponte des deux variétés étudiées Dawson et Cartier

	Niveau	N	Taux de ponte sur les faces sup. et inf.	Taux de ponte pour les deux variétés		
	Facteur		P-value associée	Espérance	Variance	P-value associée
Variété	Dawson	14	0,22	98,00	428,94	0,40
Variété	Cartier	15	0,25			