



République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques  
Département de Biologie Animale et végétale

## ***Mémoire de Master en biologie***

***Spécialité : Entomologie Appliquée à la médecine, l'agriculture  
et à la foresterie***

### ***Thème***

**Étude de l'infestation de certaines espèces fruitières dans quelques  
vergers de Tizi-Ouzou par *Ceratitis capitata* (Diptera ; Tephritidae) et  
essai de lutte biologique au laboratoire avec un champignon  
cosmopolite *Penicillium roqueforti*.**

**Soutenu le 02//07/2015**

**Présenté par : Melle Boumrrar Thinhinane**

**Devant le jury composé de :**

**Président : Mr KELLOUCHE A. PROFESSEUR à L'UMMTO**

**Promotrice : Mme SADOUDI-ALIAHMED D. PROFESSEUR à L'UMMTO**

**Co-promotrice: M<sup>elle</sup> Bâchi K. Doctorante à L'UMMTO**

**Examinatrice : Mme Kitous K. (MACB) à L'UMMTO**

**Examineur : Mme Taleb K. (MACB) à L'UMMTO**

**2014 - 2015**



# Sommaire

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Remerciements .....     |  |
| Dédicace .....          |  |
| Liste des figures.....  |  |
| Liste des tableaux..... |  |

## Introduction

### Chapitre I : Synthèse bibliographique

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| I) Présentation de l'espèce <i>C.capitata</i> .....                   | 01 |
| I-1) Position systématique de <i>C.capitata</i> .....                 | 01 |
| II) Principaux caractères morphologiques.....                         | 01 |
| II-3) Œufs.....                                                       | 01 |
| II-4) Larves.....                                                     | 02 |
| II-5) Chrysalides (pupes).....                                        | 02 |
| II-6) Adultes.....                                                    | 03 |
| III) Cycle de développement .....                                     | 04 |
| III-1) Ponte et incubation .....                                      | 04 |
| III-2) Développement larvaire.....                                    | 04 |
| III-3) Nymphose.....                                                  | 04 |
| III-4) Longévité des adultes .....                                    | 05 |
| III-5) Nombre de générations.....                                     | 05 |
| IV) Dégâts occasionnés par <i>C.capitata</i> et moyens de lutte ..... | 06 |
| IV-1) Dégâts.....                                                     | 06 |
| IV-2) Lutte.....                                                      | 07 |
| IV-2-1) La lutte préventive .....                                     | 07 |
| IV-2-2) La lutte chimique .....                                       | 08 |
| IV-2-3) La lutte biotechnique .....                                   | 08 |
| V) Présentation du <i>Penicillium roqueforti</i> .....                | 09 |

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| V-1) Description.....                          | 10 |
| V-2) Systématique.....                         | 10 |
| V-3) Conditions de développement .....         | 10 |
| V-4) Protéolyse et enzymes protéolytiques..... | 11 |

## Chapitre II : Matériels et méthodes

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I-) Les vergers d'études.....                                                                                                     | 12 |
| ➤ Le verger Smail de Draa Ben Khedda.....                                                                                         | 12 |
| ➤ Le verger Achour de Oued Aissi .....                                                                                            | 13 |
| I) Matériel végétal.....                                                                                                          | 14 |
| II-1) Les variétés fruitières étudiées.....                                                                                       | 14 |
| II-1-2) Les agrumes .....                                                                                                         | 14 |
| ➤ -L'Oranger variété Thomson .....                                                                                                | 14 |
| ➤ -Le Citronnier variété Eureka .....                                                                                             | 14 |
| ➤ -Le Clémentinier variété Clémentine Ordinaire.....                                                                              | 14 |
| II-1-3) Le figuier de variétés Achetoui .....                                                                                     | 14 |
| II-1-4) Le Pécher.....                                                                                                            | 15 |
| III-) Méthodologie de travail                                                                                                     |    |
| III-1) Sur le terrain .....                                                                                                       | 15 |
| III-2) Au laboratoire .....                                                                                                       | 15 |
| III-2-1) Dénombrement des piqures .....                                                                                           | 15 |
| III-2-2) Récupérations des larves .....                                                                                           | 16 |
| III-3) Paramètres biologiques de <i>C.capitata</i> .....                                                                          | 16 |
| III-3-1) Taux de pupaison .....                                                                                                   | 16 |
| III-3-2) Taux d'émergence.....                                                                                                    | 16 |
| VI) Essai de lutte biologique au laboratoire sur les larves de <i>Ceratitis capitata</i> avec <i>Penicillium roqueforti</i> ..... | 16 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VI-1) Les milieux de cultures utilisés.....                                                                                  | 17  |
| VI-1-1) le milieu PDA (Pomme de terre dextrose-agar) .....                                                                   | 17  |
| VI-1-2) Préparation et stérilisation des milieux de culture.....                                                             | 17  |
| VI-1-3) Coulage du milieu.....                                                                                               | 18. |
| VI-2) Isolement du champignon <i>Penicillium roqueforti</i> .....                                                            | 18  |
| V) Sélection de l'inoculum et ensemencement du milieu. ....                                                                  | 18  |
| V-1) Repiquage. ....                                                                                                         | 18  |
| V-2) Incubation. ....                                                                                                        | 19  |
| .V-3) Conservation.....                                                                                                      | 19  |
| VI) Test par contact d'une suspension de conidies du <i>P.roqueforti</i> sur les larves de <i>C. capitata</i> .....          | 19  |
| VII) Essai par contact d'un sol traité avec des conidies du <i>P. roqueforti</i> sur les larves de <i>C. capitata</i> . .... | 20  |
| VIII) Analyse statistique.....                                                                                               | 20  |

### Chapitre III : Résultats et discussion

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I) Estimation de l'infestation des fruits par <i>C.capitata</i> .....                       | 21 |
| I-1) Estimation du nombre moyen de piqûres/fruit selon les variétés et les expositions..... | 21 |
| I-1-1) Nombre moyen de piqûres/fruits pour toutes les variétés confondues.....              | 22 |
| II-2-Nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour chaque variété.....         | 23 |
| I-1-2-1- La variété Thomson.....                                                            | 23 |
| I-1-2-2) La Clémentine ordinaire.....                                                       | 23 |
| I-1-2-3- Le citron Eureka.....                                                              | 24 |
| I-1-2-4La variété Achetoui.....                                                             | 25 |
| I-1-2-5) La variété de pêches Redhaven .....                                                | 26 |
| I-1-4) Taux de fruits piqués .....                                                          | 27 |

|                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| I-1-4-1) Selon toutes les variétés étudiées .....                                                                                       | 27        |
| I-1-4-2) Selon l'exposition pour toutes les variétés étudiées .....                                                                     | 30        |
| I-2) Estimation du nombre moyen de pupes/fruits selon les variétés et les expositions .....                                             | 30        |
| I-2-1) Nombre moyens de pupes par fruit selon les variétés étudiées .....                                                               | 30        |
| I-3) Estimation de la durée moyenne de pupaison et le taux d'émergence des pupes selon la variété.....                                  | 31        |
| I-3-2) Taux d'émergence des adultes selon la variété.....                                                                               | 31        |
| II- Résultats de l'essai de lutte biologique avec <i>P. roqueforti</i> contre <i>Ceratitis capitata</i> .....                           | 33        |
| II-1-Taux des larves mortes après 24h de traitement avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> ....                                      | 33        |
| II-2-Taux de larves transformées en pupes traitées par contact, avec deux doses de <i>P. roqueforti</i> .....                           | 33        |
| II-2-1-Taux de pupaison. ....                                                                                                           | 33        |
| II-2-2-Taux de pupes mal formées après 24h de traitement des larves avec les deux doses de suspension de <i>P. roqueforti</i> .....     | 35        |
| II-2-Taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec les deux doses de suspension des conidies de <i>P. roqueforti</i> ..... | 37        |
| II-3-Taux des larves mortes après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> .....         | 39        |
| II-4-Taux de larves transformées en pupes traitées par contact d'un sol traité, avec deux doses de <i>P. roqueforti</i> .....           | 39/40     |
| II-4-1-Taux de pupaison. ....                                                                                                           | 40        |
| II-4-2-Taux de pupes mal formées après 24h de traitement des larves avec les deux doses...                                              | 40        |
| II-5- Taux d'émergence des pupes issues des larves mise dans le sol contaminé par les conidies de <i>P. roqueforti</i> .....            | 42        |
| II-6- Développement post-mortem de <i>P. roqueforti</i> .....                                                                           | 43/44     |
| <b>Conclusion générale</b> .....                                                                                                        | <b>44</b> |
| <b>Références bibliographiques</b> .....                                                                                                | <b>45</b> |
| <b>Annexes</b> .....                                                                                                                    | <b>47</b> |



## **Remerciements**

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude au bon dieu de m'avoir donné la force pour réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie particulièrement ma promotrice Mme SADOUDI ALI-AHMED. Dj ; Professeur à l'UMMTO et ma Co-promotrice Mlle BACHI. K ; Doctorante à l'UMMTO qui m'ont encadrée pendant toute la période de ce travail. Leurs disponibilités, malgré leurs responsabilités administratives, leurs orientations m'ont permis de mener à point ce travail. En mettant à ma disposition tous les moyens nécessaires.*

*Mes remerciements s'adressent à Mr KELLOUCHE. A professeur à l'UMMTO qui ma fait l'honneur de présider le jury.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à Mme KITOUS. K maître assistante A, chargé de cours à l'UMMTO et à Mme TALEB. maître assistante A à l'UMMTO pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*J'exprime également mes vifs remerciements à Mlle ALI-AHMED. S ; maître assistante chargée de cours à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques pour son précieux aide en calculs statistiques.*

*Je tiens à remercier les propriétaires des vergers d'étude pour m'avoir facilité la réalisation de mon échantillonnage. Aussi les vendeurs de marché des fruits à Draa Ben Khedda qui m'ont fournis les fruits infestées pour l'essai Biologique.*

*Mes remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*Sans oublier ma famille qui ont beaucoup souffert pour que le but visé soit atteint.*

# **Dédicaces**

***Je tiens à dédier ce travail tout particulièrement :***

***À mes très chers parents, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes études et pour leur sacrifice et soutien durant tout mon parcours, je prie Dieu le tout puissant de les garder en bonne santé et de les récompenser toutes les peines et sacrifices données aux quels je ne rendrai jamais assez.***

***À mes chers frères et sœurs : Rachid et Fatma, Leila et son mari Mouloud, Mustapha et Djidji, Farid et Samira pour leur soutien et pour avoir cru en moi.***

***A Ma regrettée cousine Naima paix à ton âme.***

***À messieurs : Yefsah Achour, Achour Hakim, Smail Mohamed, propriétaires des vergers étudiés, qui ont contribué de prêt à la réalisation de ce projet d'étude.***

***À toute ma Famille, tous mes amis(e) et a toutes la promotion (2013/2015) sans exception.***

***À mes enseignantes: M<sup>me</sup> Amroun-Laga Thilali, M<sup>me</sup> Zerrouki-Daoudi Nacera, M<sup>me</sup> Hadjal-Chebhab Meriem, M<sup>elle</sup> Djellout Kahina.***

***À mes chers amis(e) : Tina, Fatiha, Kahina, , Karina, YacineCino, Ravah RS, Abdenour, Mokrane, Noredine NK, Hamou, Rachid, Aziz, Khalef, Farid, Hamou, Nora, Narimane, Asmaa, Imane, Ali, Touby, Bezzi ,Lydia, Sofiane, Arezki, Nadia et Nadia, Dihya.***

***À tous ceux qui ont contribué de prêt ou de loin à la réalisation de ce projet.***

# Liste des figures

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 01</b> : un œuf de <i>C.capitata</i> vue a la loupe binoculaire au GX400 ( Khimoud et Louni, 2008)                                                                     | 02 |
| <b>Figure 02</b> : Larve de <i>C.capitata</i> vue à la loupe binoculaire au (G X400) (Original 2015).....                                                                        | 03 |
| <b>Figure 03</b> : Une puppe de <i>C.capitata</i> vue à la loupe binoculaire au (G X400) (Original 2015).....                                                                    | 03 |
| <b>Figure 04</b> : Adulte de <i>C.capitata</i> vue à la loupe binoculaire au (G X400) (Original 2015).....                                                                       | 04 |
| <b>Figure 05</b> : cycle de développement de <i>C.capitata</i> représentant tous les stades en photos originales prisent à la loupe binoculaire au (G X400) (Original 2015)..... | 06 |
| <b>Figure 06</b> : schéma représentant le nombre de générations possible en Algérie (oukil, 1995 in bachi ,2011). ....                                                           | 07 |
| <b>Figure0 7</b> : Quelques dégâts de <i>C.capitata</i> sur les fruits (SAADOUDI ; ALI -AHMED ,2007) (METNA,2009) .....                                                          | 09 |
| <b>Figure 08</b> : Image du verger Smail de DBK prise de Google earth 2015.....                                                                                                  | 11 |
| <b>Figure 09</b> : Image du verger ACHOUR OUED AISSI (Google earth 2015).....                                                                                                    | 12 |
| <b>Figure 10</b> : Dispositif expérimental pour la récupération les pupes (Originale2015).....                                                                                   | 13 |
| <b>Figure 11</b> : Fromage Roquefort après apparition de la moisissure.....                                                                                                      | 17 |
| <b>Figure 12</b> : Illustration du champignon <i>P.rocforti</i> après 8jours d'incubation à une température de 20°C (Original 2015).....                                         | 17 |
| <b>Figure 13</b> : Repiquage de <i>P.roqueforti</i> sur un milieu de culture PDA (Original20).....                                                                               | 19 |
| <b>Figure 14</b> : Nombre moyen de piqûres/fruit selon toutes les variétés confondues.....                                                                                       | 25 |
| <b>Figure15</b> : Nombre moyen total de piqûres/fruit selon l'exposition .....                                                                                                   | 26 |
| <b>Figure 16</b> : Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Thomson...27                                                                                 |    |
| <b>Figure17</b> : Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Clémentine ordinaire.....                                                                     | 28 |
| <b>Figure 18</b> :Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Eureka.....                                                                                   | 29 |
| <b>Figure19</b> : Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Achetoui....                                                                                  | 30 |
| <b>Figure20</b> : Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Redhaven....                                                                                  | 30 |

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 21 :</b> Taux de fruits piqués pour toutes les variétés étudiées.....                                                                                                                               | 31 |
| <b>Figure 22 :</b> Nombre moyen de pupes par fruit pour toutes les variétés étudiées.....                                                                                                                     | 35 |
| <b>Figure23 :</b> Taux d'émergence des pupes selon les variétés.....                                                                                                                                          | 36 |
| <b>Figure 24 :</b> Taux de la mortalité larvaire après 24h de traitement avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> .....                                                                                      | 37 |
| <b>Figure25 :</b> Image d'une larve morte après traitement avec la suspension de conidies de <i>P.roqueforti</i> .....                                                                                        | 38 |
| <b>Figure 26:</b> Taux de larves transformées en pupes traitées par contact, avec les deux doses de <i>P.roqueforti</i> .....                                                                                 | 39 |
| <b>Figure 27:</b> Taux de pupes mal formées après 24h de traitement par contact des larves avec les deux doses des conidies de <i>P.roqueforti</i> .....                                                      | 40 |
| <b>Figure 28 :</b> Images de quelques pupes malformées après 24h de traitement avec les deux doses de conidies de <i>P.roqueforti</i> .                                                                       | 41 |
| <b>Figure29:</b> Taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec les deux doses de suspension des conidies de <i>P. roqueforti</i>                                                                 | 42 |
| <b>Figure30 :</b> Taux de mortalité larvaire après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de <i>P. roqueforti</i>                                                     | 44 |
| <b>Figure31 :</b> Taux de larves transformées en pupes traitées par contact d'un sol traité, avec deux doses des conidies de <i>P.roqueforti</i>                                                              | 45 |
| <b>Figure32:</b> Taux de pupes mal formées issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de <i>P. roqueforti</i>                                                    | 46 |
| <b>Figure33 :</b> Taux d'émergence des pupes issues des larves mises dans le sol contaminé par les conidies de <i>P.roqueforti</i>                                                                            | 47 |
| <b>Figure 34 :</b> Développement post-mortem de <i>P. roqueforti</i> observé sur certaines pupes mortes sous l'effet de l'action de l'activité entomo pathogénique de <i>P. roqueforti</i> (Originale, 2015). | 49 |



## **Liste des tableaux**

**Tableau 1:** Date de l'échantillonnage et nombre de fruits cueillis dans les vergers étudiés....11

**Tableau 02:** Résultats du test Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres par fruits pour toutes les variétés Confondues.....25

**Tableau 3 :** Résultats du test de Tukey en Kramer pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon toutes les variétés confondues.....26

**Tableau 4 :** Résultats du test Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruits selon l'exposition pour toutes les variétés étudiées.....27

**Tableau5 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Thomson .....28

**Tableau6 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Clémentine .....28

**Tableau7 :** Résultats du test de Tukey et Kramer (Nemenyi) pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour la variété Clémentine.....29

**Tableau8 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Eureka.....30

**Tableau 09 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Achetoui.....31

**Tableau10 :** Résultat du test de Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruits selon l'exposition pour la variété Redhaven.....32

**Tableau11:** Résultats du test de Tukey en Kramer (Nemenyi) pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour la variété Redhaven .....32

**Tableau 12:** Résultats de l'analyse de la variance pour le taux de fruits piqués selon les variétés fruitières étudiées .....33

**Tableau 13:** Résultats du test NEWSMAN et KEULS au seuil 5% pour le taux de fruits piqués selon les variétés fruitières étudiées .....34

**Tableau 14:** Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par fruit pour toutes les variétés étudiées.....36

**Tableau15 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour la mortalité larvaire après 24h de traitement avec les deux doses de conidies de *P. roqueforti*.....40

**Tableau 16 :** Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux des larves mortes après 24h de traitement avec des conidies de *P. roqueforti* par rapport aux larves témoins..40

## Liste des tableaux

|                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau17 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux de pupaison après 24h de traitement des larves avec les deux doses de suspension des conidies de <i>P. roqueforti</i> .....                                             | 42 |
| <b>Tableau 18:</b> Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux de pupaison après 24h de traitement des larves traitées avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les larves témoins.....                                                  | 42 |
| <b>Tableau19 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux de pupes malformées entre les larves traitées avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les larves témoins.....                                                      | 43 |
| <b>Tableau 20 :</b> Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux de pupes malformées entre les larves traitées avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les larves témoins.....                                                           | 44 |
| <b>Tableau 21 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins .....                                | 46 |
| <b>Tableau 22 :</b> Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins .....                                      | 47 |
| <b>Tableau 23 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux larves mortes après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les larves témoins.....                                 | 48 |
| <b>Tableau 24 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux larves transformées en pupes après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins..... | 49 |
| <b>Tableau 25 :</b> Résultats du test de la variance au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées pr contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins .....          | 50 |
| <b>Tableau 26 :</b> Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins .....    | 52 |
| <b>Tableau 27:</b> Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec des conidies de <i>P. roqueforti</i> et les pupes issues des larves témoins .....           | 53 |

## *Liste des tableaux*

Thank you for trying Soda PDF

# ***Introduction***

# Introduction

---

En Algérie, l'extension des zones cultivées de l'arboriculture fruitière a enregistré des phénomènes de pullulation de certains déprédateurs parmi lesquels on retient la classe des insectes qui est la plus importante (Anonyme, 2008).

Parmi ces insectes ravageurs, la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedman 1824. (Diptera ; Tephritidae) qui est l'un des ravageurs les plus nuisibles au monde, d'une part par sa capacité à tolérer les climats tropicaux mieux que la plupart des mouches des fruits et d'autre part par son caractère polyphagique puisqu'elle attaque une large gamme d'espèce hôtes (250 espèces végétales) dont la majorité est représentée par les arbres fruitiers (Quilici, 1999).

En raison de sa grande répartition dans le bassin méditerranéen (Lekchiri, 1978 ; Nunez, 1987) et de son potentiel reproducteur élevé, combiné à la rareté des ennemis naturels et à sa large distribution l'élaboration d'une méthode de contrôle efficace s'avère nécessaire.

Les champignons enthomopathogènes sont parmi les groupes les plus prometteurs comme agent biologique dans la lutte contre les insectes ravageurs. En particulier, les Deutéromycètes causent des épizooties pour les populations de la mouche aussi bien au laboratoire qu'au champ (Barson et al., 1994 ; de Watson et al., 1996 ; Reithinger et al, 1997).

Les champignons *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin ; *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin et *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brun et Smith ont été identifiés en tant qu'entomopathogènes les plus importants en particulier, les Diptères (Steinkraus et al., 1990 ; Kuramoto et Shimaku, 1992 ; Samson et al., 1994 ; Watson et al., 1995). Parmi ces Deutéromycètes, les penicilliums sont des organismes communs qui poussent sur divers substrats. Ce sont des mycètes saprophytiques communs, très répandus dans la nature.

Les utilisations industrielles de ces mycètes sont principalement destinées pour la production des fromages bleus, associés aux agents, antibactériens, polysaccharides, protéases et d'autres enzymes (Dynamac. 1991). Des espèces de penicillium sont connues pour causer la détérioration de produits agricoles stockés. D'après Peberdy (1985), *Penicillium expansum*, *P. italicum* et *P. digitatum* sont responsables des pertes de significatives de citrons, de pommes et de poires stockés.

*Penicillium roqueforti* est un mycète saprophytique qui se trouve typiquement dans le sol et là où la végétation se délabre. La reproduction est asexuée et implique la production de conidies. Ce *Penicillium* peut utiliser un certain nombre de sources d'hydrates de carbone et d'azote et peut se développer au-dessus d'un large intervalle de pH (Peberdy, 1985).

Ces propriétés font probablement que *P. roqueforti* possède une grande capacité d'adaptation à son environnement.

L'utilisation de *P. roqueforti* dans la lutte biologique a été réalisée pour la première fois en 2015 par Boussaa et Sghilani qui ont obtenus des résultats intéressants.

# Introduction

---

Notre travail consiste à faire un essai de lutte biologique contre *C. capitata* en augmentant les doses des conidies de *P.roqueforti* que celles utilisées par Boussaa et Sghilani 2014. Dans nos expérimentations, nous nous sommes basés sur le contact qui peut être établi entre ces conidies et les larves L3 de *C.capitata* dans des conditions non contrôlées de laboratoire.

Notre mémoire est scindé en trois chapitres. Nous donnons la synthèse bibliographique sur la cératite et l'utilisation des champignons dans la lutte biologique ainsi que des généralités sur *P. roqueforti* dans le premier chapitre. Le deuxième chapitre consiste à décrire les différents vergers expérimentaux ainsi que les différentes variétés étudiées. Il est suivi par les différentes méthodes adoptées pour déterminer le taux d'infestation des variétés étudiées ainsi que les méthodes utilisées pour l'essai de lutte biologique au laboratoire contre les larves de la cératite avec le champignon *P. roqueforti*. Les résultats obtenus seront présentés et discutés dans le quatrième chapitre qui sera suivi par une conclusion et quelques perspectives.

# **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## I) Présentation de l'espèce de *C.capitata* :

### I-1) Position systématique :

Selon Hendel (1927), Seguy (1950), Dyck et *al.* (2005), *C.capitata* est positionnée dans la systématique comme suit :

|                           |                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Règne</b>              | : Animalia                                 |
| <b>Embranchement</b>      | : Arthropoda                               |
| <b>Sous-embranchement</b> | : Hexapoda                                 |
| <b>Classe</b>             | : Insecta                                  |
| <b>Ordre</b>              | : Diptera                                  |
| <b>Sous ordre</b>         | : Brachycera                               |
| <b>Division</b>           | : Cyclorrapha                              |
| <b>Super famille</b>      | : Trypetidea                               |
| <b>Famille</b>            | : Tephritidea                              |
| <b>Genre</b>              | : <i>Ceratitis</i>                         |
| <b>Espèce</b>             | : <i>Ceratitis capitata</i> Wiedeman 1824. |

## II) Principaux caractères morphologiques de *C .capitata*

### II-1) Les Œufs

Les œufs sont blancs, allongés et légèrement arqués d'une longueur de 1 mm et d'un diamètre de 0.20 à 0.25 mm (Nuez ,1987 ; Elaini ,2003) .Lors de la ponte, ils sont lisses et groupés sous l'épiderme des fruits à une profondeur de 2 à 5 mm (Flippi, 2003) (Figure 1).



**Figure1** : Les œufs de *C.capitata* vue a la loupe binoculaire au G400 (Khimoud et Louni, 2008)

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## II-2) Les larves :

Elles sont de couleur blanche, d'une forme cylindrique et allongée. Les caractéristiques morphologiques (complexe buccale et stigmates) permettant la distinction immédiate des trois stades larvaires chez cette espèce. Celles du premier stade sont de 1mm de longueur et celles du troisième stade ou asticot oscillent entre 6,8 et 8,2mm (Ronald et Jayma, 1992) (Figure2).



**Figure 2 :** Larve de *C.capitata* vue à la loupe binoculaire au (G 400) (Original, 2015).

## II-3) Les pupes :

Les pupes ont la forme d'un petit tonnelet arrondi et mesurent environ 5 mm de long et 2mm de diamètre. Elles présentent une couleur brun-clair pour les jeunes pupes et brun-foncé pour les pupes âgées (Bodenheimer, 1951 ; Weems, 1981) (Figure 3).



**Figure 3 :** Pupa de *C.capitata* vue à la loupe binoculaire au G 400 (Original 2015).

## II-4) Les adultes :

Au stage imago, l'adulte se présente sous forme d'une mouche noirâtre de 4.5 à 6 mm de longueur avec une tête de couleur blanc jaunâtre porteuse de bande brune claire entre les yeux à reflets dorés (Feron, 1962 ; White et Elson-Harris, 1992).

Les mâles et les femelles sont distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques ; le mâle est muni de soies céphaliques orbitales noires et aplaties en lamelle à l'apex dont le rôle est inconnu .La femelle possède une tarière de ponte bien visible (oviscape) (Ducky, 2005) (Figure 4).



**Figure 4** : Femelle adulte de *C.capitata* vue à la loupe binoculaire au G400 (Original 2015).

## III) Cycles de développement de *C.capitata*

### III-1) Ponte et incubation

La femelle dépose ses œufs par petits paquets directement dans la pulpe du fruit, dans le cas du pêcher ou du poirier par exemple, ou dans l'épaisseur de la peau des agrumes (Praloron, 1971). La pénétration de l'ovipositeur des femelles dans l'épiderme des fruits peut atteindre une profondeur de 02mm (Flippi, 2003), permettant à ces dernières de déposer entre 5 et 10 œufs par jours .Chaque femelle peut pondre 300 à 400 œufs au cours de toute sa vie (Atcitrus, 2002 in Elaini, 2003) .L'incubation dure entre 2 et 5 jours en été et plus de 20 jours en hiver (Delassus et al, 1931).

## **III-2) Développement larvaire**

Après l'éclosion des œufs, les larves se nourrissent de la pulpe du fruit .Au début, l'attaque se manifeste extérieurement par une tache de décoloration qui s'agrandit au fur et à mesure de la croissance des larves, puis noircit ou se tuméfie (Dellassus et *al.*, 1931 ; Sproul, 1983).

La durée du développement larvaire qui comprend trois stades (L1, L2, L3) est très variable selon les espèces fruitières hôtes et les conditions climatiques .Elle est pour Sproul (1983) de 7 à 10 jours en été et de 25 à 60 jours en hiver.

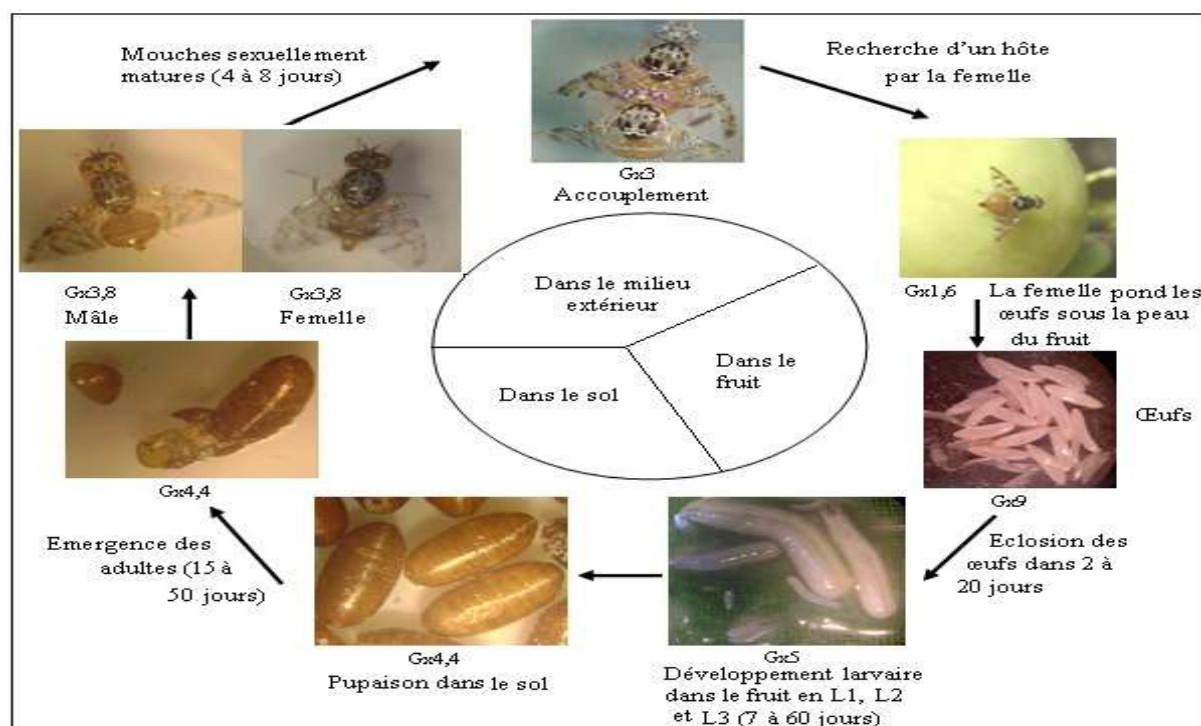
## **III-3) La nymphose**

En fin de développement larvaire, les larves du troisième stade quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer dans le sol et s'y nymphoses, cette transformation ne dure que quelques heures (Ducky, 2005). La durée de pupaison qui représente la durée entre la formation de la pupa et son émergence est de 12 à 15 jours en été et de 25 à 50 jours en hiver (SPROUL, 1983).

De cette pupa, émerge un adulte qui boucle ainsi le cycle (SPROUL, 1983 in Ali Ahmed- Saadoudi, 2007) ., qui varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver (Delrio.1985).

Le cycle typique d'une mouche méditerranéenne des fruits peut être résumé comme suit (Figure 5) :

# Chapitre I : Synthèse bibliographique



**Figure5 :** Cycle de développement de *C.capitata* représentant tous les stades en photos originales présent à la loupe binoculaire au G400 (Sadoudi-Ali-Ahmed 2007).

## III-4) La longévité des adultes

Habituellement, 50 % des mouches meurent pendant les premiers mois qui suivent leurs émergences, quelques adultes peuvent vivre jusqu'à une année ou plus, lorsque la nourriture est disponible et les conditions climatiques favorables (Weems, 1981) .

## III-5) Nombre de générations

Le nombre de générations de *C.capitata* varie d'une année à une autre et d'une région à une autre en fonction des conditions climatiques locales, particulièrement la température mais également des espèces fruitières sur lesquelles ont lieu les pontes (Khoury, 1998 ; Ramade, 2003).

Dans le bassin méditerranéen, six à huit générations se succèdent dans l'année (Geoffrion ,2003). Plus de 10 générations par an peuvent être comptées en Afrique occidentale, selon les années. Seulement une à deux et exceptionnellement trois générations sont observées dans le sud de la France, qui constitue la limite septentrionale de l'aire de répartition de la cératite.

Oukil(1995) a résumé le nombre de générations possibles en Algérie comme suit (Figure 6) :

-La première génération ,qui a lieu en Mars-Avril , ne se trouve que sur les oranges tardives ;

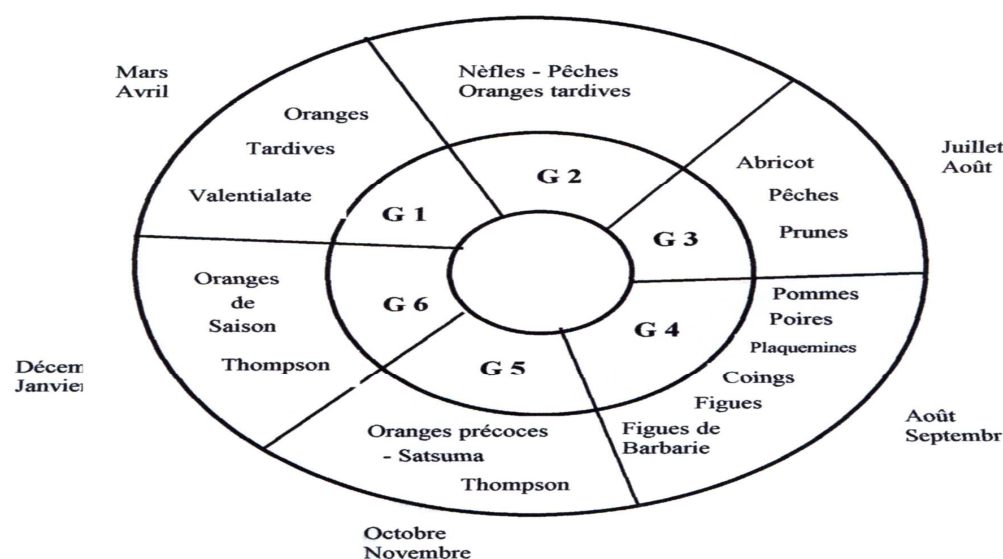
# Chapitre I : Synthèse bibliographique

- La deuxième génération est composée d'individus peu nombreux et passe presque inaperçue au cours du mois de Mai ;

-La troisième génération apparaît en Juillet ou l'on assiste à des pertes sur des fruits à noyaux (pêches, abricots, prunes) ;

-La quatrième génération s'étale de la fin Août jusqu'au début du mois de Septembre ;

-Les deux dernières générations se développent sur les agrumes.



**Figure 6** : Schéma représentant le nombre de générations possible en Algérie (Oukil, 1995 in Bachi ,2011).

## IV) Dégâts causés par *C.capitata* et moyens de lutte :

### IV-1) Les dégâts

La mouche méditerranéenne des fruits (*C. capitata*) est l'un des principaux ravageurs des cultures fruitières et constitue un obstacle à la production de fruits sains et à leur exportation (Oukil *et al*, 2002).

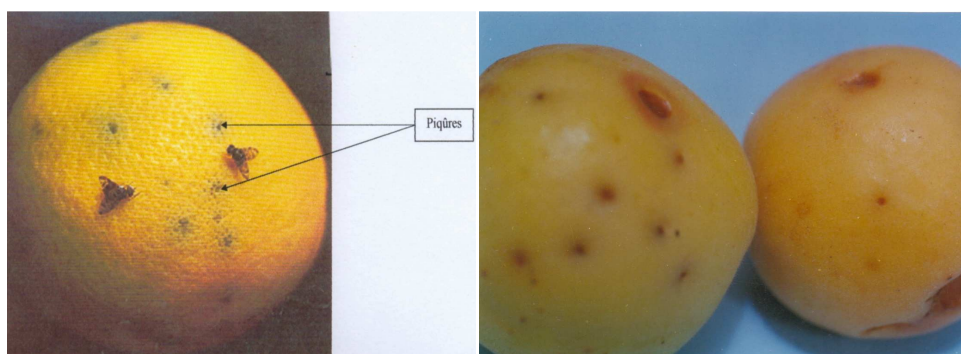
Elle affecte le secteur agricole à partir des dommages résultants des attaques occasionnées aux cultures fruitières comme les piqûres, les pontes et les galeries creusées par les larves.

La ponte des femelles sur la surface des fruits, donne un mauvais aspect aux fruits. Le trou de ponte se présente sous la forme d'un point décoloré, résultant de la réaction de fruit de ce fait, ces fruits sont automatiquement rejetés aux postes de contrôles.

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les galeries, creusées à l'intérieur des fruits par les larves, détruisent le fruit de l'intérieur et causent sa pourriture (Cayrol et *al.*,1994).En outre, ces piqures, ces pontes et ces galeries, constituent des voies d'infestation par les champignons et les bactéries, provoquant ainsi la décomposition et la chute prématurée des fruits (Figure7) :

Sur le plan économique, ces dégâts constituent un obstacle majeur à l'exportation en raison de la dévalorisation de la marchandise et des mesures de quarantaines imposées par certains pays importateurs.



A) Piqures de *C.capitata* sur abricot et orange



B) Larves de *C. capitata* sur raisin et figue de barbarie

**Figure 7: Quelques dégâts de *C.capitata* sur les fruits**

A) Piqures de *C.capitata* sur abricot et orange (SADOUDI-ALI-AHMED 2007)

B) Larves de *C. capitata* sur raisin et figue de barbarie (METNA, 2009)

## IV-2) Les moyens de lutte

La lutte contre la cératite demeure un problème très préoccupant compte tenu de la gravité et de l'ampleur des dégâts associés à la difficulté d'intervention. Plusieurs techniques

## **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

---

ont été mises au point depuis le début du siècle sans arriver à éradiquer ce ravageur très polyphage et poly-voltine comme par exemple, des mesures prophylactiques, la lutte chimique, la lutte autocide, la lutte biotechnique ainsi que la lutte biologique et autres, (Titouhi et Maalaoui, 2007).

### **IV-2-1) La lutte préventive et culturale (Mesures prophylactiques)**

Elle consiste à un ramassage des fruits tombés par terre et de les enfouir profondément dans le sol, de manière à empêcher la sortie des adultes ou du moins à en réduire leur nombre. Ainsi que le travail du sol pour empêcher la formation des pupes. (JERRAYA, 2003 ; in BOUSAA, SGHILANI et *al.*, 2014).

### **IV-2-2) La lutte Chimique**

Pour faire face aux dégâts provoqués par la cératite, la lutte chimique est basée sur des interventions répétées utilisant des insecticides de contact ( Malathion, fenthion, deltamethrine) ou systémiques (type Diméthoate) qui sont parfois appliqués avec un attractif alimentaire de type hydrolysats de protéines , cela malgré les conséquences sur les équilibres biologiques et sur l'insecte lui-même qui développe des phénomènes de résistance (LEKCHIR ,1982 in BACHI et *al.*,2011).

### **IV-2-3) La lutte biotechnique**

Selon Boller (1983), la lutte biotechnique désigne des méthodes utilisées pour lutter contre les insectes ravageurs.

Elle comprend, des stimuli physiques et chimiques ou des agents qui agissent sur le comportement ou le développement des insectes nuisibles.

Elle englobe les attractifs, les répulsifs, les régulateurs et les inhibiteurs de croissance des insectes en incluant la stérilisation des insectes (Fellah, 1996).

#### **a- Lutte biologique**

Il s'agit de l'utilisation d'organismes vivants, pour contrôler ou combattre un ravageur. Cette définition simplifiée nécessite quelques précisions qui limitent l'étendue du sujet (Fraval et Silvy, 1999).

Comme La lutte par épizooties (épidémie affectant les animaux), elle est reliée principalement à des agents qui se développent au cours d'élevage de la Cératite tels que les bactéries (Steinhaus, 1959) et les champignons entomopathogènes (Madelin, 1966) ou encore les agents viraux et des substances dérivées de micro-organismes (Histoshi, 1970 ; Cavalloro, 1982).

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## ✓ L'utilisation de la faune auxiliaire

Les larves âgées et les pupes sont attaquées par une large gamme d'insectes du sol (fourmis, carabes, staphylins). Parmi les principaux parasites nous citons : *Opius humilis*, *Diachasma tryoni* et *Dirhinus giffardii* (Bodenheimer, 1951 ; Delrio, 1985 ; Nunez, 1987). Dans le bassin méditerranéen, le parasite le plus commun est *Opius concolor* (Balachowsky et Mesnil, 1935).

## ✓ Les entomopathogènes : L'utilisation des bactéries et champignons entomopathogène

Les entomopathogènes sont des micro-organismes causant des maladies mortelles chez les insectes en général. Les plus utilisés actuellement, sont souvent des bactéries telle que *Bacillus thuringiensis* (Bt) (Cloutier et Cloutier, 1992 ; in Saadoudi-Ali ahmed.D et al, 2007).

### ✚ Les bacteries

Les plus utilisées actuellement, sont souvent des bactéries telles que *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui agit sur l'intestin de l'insecte en l'empêchant de s'alimenter. (Cloutier, 1992).

### ✚ Les champignons

C'est la lutte qui assure, l'abaissement de la densité des insectes ravageur, au niveau le plus faible possible à l'aide, des microorganismes qui infectent divers insectes par pénétration des hyphes mycéliens des champignons entomopathogènes directement à travers la cuticule des insectes ;c'est le cas du : *Penicilium roqueforti* , qui constitue notre sujet d'étude . (Vincent et Coderre, 1992).

## b- Confusion sexuelle.

Cette technique consiste à mettre dans l'environnement une quantité élevée de phéromones sexuelle, ce qui désoriente les mâles empêchant ainsi la rencontre des deux sexes et l'accouplement afin qu'il n'y ait pas de nouvelles générations.

## c- Piégeage de masse.

Ce piégeage est basé sur l'utilisation d'un ensemble de stimuli(attractifs alimentaires ou lumineux) par le biais d'un grand nombre de pièges en vue de réduire au maximum la population adulte de la mouche (BERNARD,2014).

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## d- Technique d'Insecte Stérile (TIS).

Cette méthode implique un lâcher massif de mouches stériles parmi la population sauvage afin qu'il y ait une forte probabilité d'accouplement entre femelles sauvages et mâles stériles, ce qui va aboutir à une descendance stérile.

## V) Présentation du *Penicillium roqueforti*

Johan-Olsen, plus connue sous le nom de Mme Sopp, semble être la première à avoir suspecté l'importance de ce champignon. Elle l'a désigné successivement sous les noms de *Penicillium aromaticum casei*, *P. aromaticum 1* et *II*, *P. atroviride*, *P. aromaticum (gamelost)* et *P. roqueforti*.

C'est la terminologie '*Penicillium roqueforti*' qui paraît seule valable en nomenclature (Moreau, 2007).

### V-1) Description :

La monographie de Raper et Thom (1982) et la mise au point de (Samson et al., (1984) fournissent de bonne description de *P. roqueforti* (Frank.H.K, 1966)

- Aucune odeur notable n'est à signaler (Moreau, 1980; Philipp, 1981).
- *P. roqueforti* a une croissance rapide; les conidies sont bleu vert soutenues; les revers de culture sont verdâtres avec des zones plus sombres; les cultures sont inodores.
- Les conidiospores ont deux ou trois séries de branches; ils mesurent 4-6 µm et sont, surtout vers la base, typiquement ornés de verrues, incrustations ou petits tubercules, dont l'importance varie selon les souches.
- Les pinceaux conidifères sont asymétriques, Ils sont constitués d'un feutrage dense, non zoné, de conidiospores à aspect typiquement velouté dans les jeunes isollements, plus laineux et mêlés de mycélium aérien stérile après plusieurs repiquages successifs.
- *P. roqueforti*, comme de nombreux autres champignons, n'a pas du tout le même comportement. Ses cultures en milieu agité évoluent beaucoup plus rapidement (GRIPON et BERGERE, 1972 ; GRIPON, 1978). En fermenteur et en milieu tamponné à pH 6,0, la production de protéase (mesurée à pH 6,0) est détectable dès 36 h de culture et elle passe par un maximum après environ 60 h.

# Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

## V-2) Systématique :

Selon Raper et Thom (1949) *Penicillium roqueforti* est classé comme suit :

Regne : Fungi  
Division : Ascomycota. (Eumycetes).  
Subdivision : Deuteromycotinae.  
Classe : Euromycetae (Fungi imperfecti).  
Sous-classe : Hyphomycetidae.  
Ordre : Eurotiales.  
Famille : Trichocomaceae.  
Genre : *Penicillium*.  
Espèce : *Penicillium roqueforti* (Raper et Thom, 1949)

## V-3) Conditions de développement :

Selon Moreau (1979), *P. roqueforti* est un champignon fort intéressant par ses conditions particulières de développement qui expliquent son écologie.

### ✚ Température

Le *P. roqueforti* peut être classé parmi les mésophiles faibles. En effet, sa croissance est optimale vers 20-25°C. Il pousse encore bien à 5° C mais est incapable de se développer au-dessus de 35° C.

### ✚ Humidité

*P. roqueforti* affectionne particulièrement les milieux humides.

### ✚ pH

La plupart se développent dans une gamme de pH comprise entre 3 et 10,5, par contre la production de mycélium étant bonne de 4,5 à 7,5.

### ✚ Tolérance au sel

En milieu acide, *P. roqueforti* supporte de fortes concentrations en sel. Sa croissance est meilleure en présence de 5 à 8,5 % de sel qu'en l'absence de chlorure de sodium.

### ✚ Habitat naturel

- produits laitiers (crème, beurre, yaourts et crème glacée etc.);
- produits céréaliers, (pain, riz) (Tsunoda, 1970 ; Udagawa *et al.*, 1970);
- produits oléagineux (arachide ...);
- produits sucrés, confitures;

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

---

- produits carnés (viande fraîche, jambons, saucissons) (Jirkowsky et Galgoczy, 1965 ; Hadlok *et al.*, 1975).
- fruits et légumes, jus de fruits.
- *P. roqueforti* est également capable de se développer sur des substrats divers, tels que les joints des portes des réfrigérateurs et autres (Stepaniak *et al.*, 1980).

### V-4) Protéolyse et enzymes protéolytiques

Les activités biochimiques de *P. roqueforti* ont fait l'objet de nombreux travaux mais les revues portant sur le sujet sont anciennes (Bakalor, 1962 a et b ; Coghil, 1979). L'espèce possède des systèmes protéolytiques complets, qui présentent de très grandes analogie avec :

- + **Deux endo peptidases. - Aspartylprotéase** C'est une enzyme encore appelée protéase acide en raison de son pH optimal d'action, elle a été mise en évidence pour *P. roqueforti* par Zevaco *et al.* (1973) et Molder *et al.* (1974).
- + **Métalioprotéase** : C'est une enzyme exo-cellulaire produite par *P. roqueforti* lorsqu'il est cultivé dans un milieu tamponné à pH proche de la neutralité (Gripon et Hermier, 1974; Lenoir et Auburger, 1977 **a** et **b**).
- + **Deux exopeptidases. - Carboxypeptidase** c'est une enzyme exo-cellulaire active dans un milieu à pH acide ou neutre. Elle est relativement thermosensible et devient instable aux températures supérieures à 42°C (Gripon, 1977 **a**).
- + **Aminopeptidase** : c'est une enzyme exo-cellulaire active, comme dans le cas d'autres Aminopeptidases microbiennes d'une métallo-enzyme. Elle est stable entre pH 6 et 7 mais elle perd rapidement son activité au-dessus du pH 8. Les températures supérieures à 40°C la dénaturent rapidement (Gripon, 1977 **b**).

## **Chapitre II : Matériels et Méthodes**

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

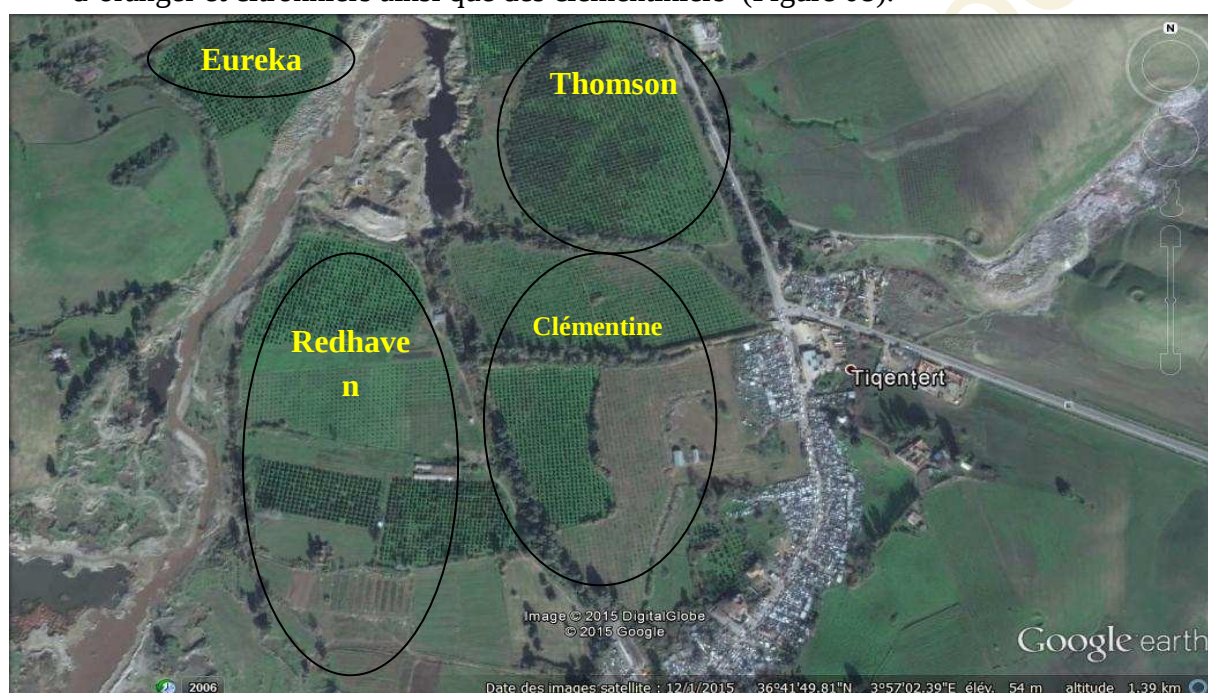
\$

### I-2) Les vergers étudiés :

#### ➤ Le verger Smail

#### ❖ Situation géographique :

Il est situé dans la région de Draa Ben Khedda à Tizi-Ouzou. Limité au Nord par la route nationale numéro 25, des deux cotés Sud et Est il est délimité par des vergers d'oranger et citronniers ainsi que des clémentiniers (Figure 08).



**Figure 8 :** Image du verger Smail de DBK (Google earth 2015)

#### ❖ Les différentes variétés retrouvées dans ce verger

Nous signalons la présence de plusieurs espèces et variétés d'agrumes qui sont :

L'oranger variété Thomson ;  
Le citron Eureka.

Pour le Pêcher les variétés suivantes :

La Clémentine Ordinaire ;  
Le pêcher Redhaven et Cardinal.

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

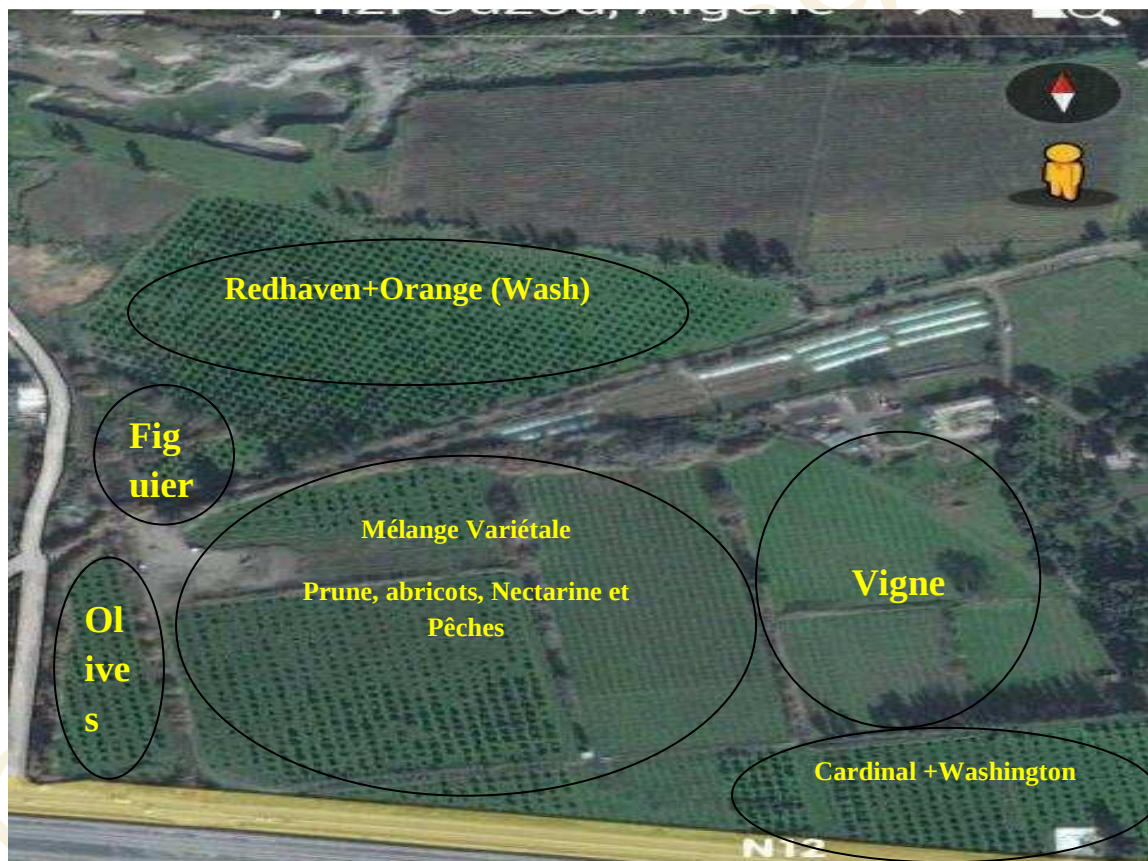
### ❖ Entretien du verger

Son entretien est limité à une irrigation régulière. Nous pouvons signaler aussi l'absence de désherbage et la taille des branches.

#### ➤ Le verger ACHOUR d'Oued Aissi

### ❖ Situation Géographique

Ce verger, d'environ 15 hectares, est situé dans la zone industrielle d'Oued-Aissi, à 10 Km à l'Est du chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Il est limité au Nord par la route nationale n° 12 le séparant de l'usine NAFTAL, au Sud par des habitations, à l'Est par une route menant vers Thaadja et des habitations, et à l'Ouest par un Oued le séparant d'un autre verger d'agrumes (Figure. 09).



**Figure 9 :** Image du verger ACHOUR OUED de OUED AISSI (Google earth 2015).

### ❖ Les différentes variétés retrouvées dans ce verger

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

Ce verger est à polyculture fruitière ; on y compte la pêche, l'abricot, l'orange, la vigne et quelques pieds de figuiers. Parmi ces variétés fruitières, nous retrouvons :

- **La Pêche de variété** Redhaven, Cardinal.
- **L'orange de variété** Washington Navel

### ❖ **Entretien du Verger**

Les travaux d'entretien réalisés dans le verger se limitent au désherbage par labour superficiel, le disquage, la taille des arbres et une irrigation régulière. Nous avons remarqué, par ailleurs, les fruits tombés à terre sont ramassés toute l'année.

La protection phytosanitaire est réalisée contre la cératite, la cochenille des agrumes *Parlatoria ziziphi*, la mouche blanche, les pucerons, etc. Plusieurs traitements chimiques sont appliqués durant l'automne et l'été, l'hiver et le printemps, sur toutes les espèces fruitières existantes dans le verger.

Parmi les produits utilisés, nous citons l'Ultracide à une dose de 150ml/hl, le Decis à une dose de 100ml/hl, le Thiodon à une dose de 350g/hl, l'ovipron et le Mospilan à une dose de 10 à 12, 5g/hl ainsi que le Karaté à une dose d'un litre à 1.5 litres par Hectare.

## II) **Matériel végétal :**

### II-1) **Les variétés fruitières étudiées**

Nous avons travaillé avec cinq variétés de fruits qui sont les suivantes :

#### II-1-1) **L'oranger de variété Thomson**

##### ➤ **L'oranger *Citrus sinensis* L variété Thomson**

Elle fait partie des oranges blondes Navel. C'est une variété précoce qui se caractérise par une peau plus fine, des fruits à chair plus grossière et moins juteuse. Elle est cultivée en Algérie et au Maroc (Loussert, 1987 ; in Saadoudi –Ali Ahmed, 2007). Sa production s'échelonne de la mi-novembre à janvier (Mioulane, 1996).

#### II-1-2) **Le citron de variété Eureka**

C'est une variété qui donne des fruits de calibre moyen. Ils sont pourvus d'un mamelon apical peu prononcé et se localisent souvent en bouquet à l'extrémité des rameaux (Loussert, 1989 ; in Saadoudi-Ali Ahmed 2014).

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

### II-1-3) La Clémentine de variété Clémentine Ordinaire

C'est une variété sans pépins, a peau fine et a chair plus savoureuse, plus parfumée et plus acidulée. La maturité est fixée du mois d'octobre jusqu'a novembre (Loussert, 1987 ; in Saadoudi-Ali Ahmed.D ,2007).

### II-1-4) La Pêche de variété Redhaven

Le fruit est une drupe qui présente un poids de 150 g. Il a une forme arrondie avec une coloration rouge, une chair jaune, fine, juteuse, très sucrée, à goût musqué et le noyau est non adhérent à pleine maturité (Bretaud et Faure, 1992).

### II-1-5) La figue de variété Achetoui

La figue est un fruit très appréciée pour son gout sucrée agréable .Elle peut être consommée fraîche, comme aliment très nourrissant ou séchée. Elle est très énergétique, riche en vitamine et éléments minéraux (VDAUD ,1997).

## III) Méthodologie de travail :

### III-1) Sur le terrain

Nous avons réalisé un échantillonnage aléatoire. Nous avons prélevé six fruits par exposition, (Nord, Est, Sud, Ouest) et le Centre de l'arbre à maturité et pré maturité. Cette opération est répétée sur 5 arbres, pour chaque variété étudiée. Les fruits récoltés sont mis dans des sachets en plastique en précisant l'exposition, le nom du verger, la date et la variété avant d'être transportés au laboratoire. (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Date de l'échantillonnage et nombre de fruits cueillis dans les vergers étudiés

| Fruits    | Variétés de fruits récoltés | nombres total de fruits récoltés | Les vergers | Dates de l'échantillonnage              |
|-----------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| L'oranger | Thomson                     | 450                              | DBK SMAIL   | 12/10/2014<br>12/12/2014<br>10 /02/2015 |

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

|                 |                      |     |                      |                                         |
|-----------------|----------------------|-----|----------------------|-----------------------------------------|
| Le Clémentinier | Clémentine ordinaire | 450 | DBK SMAIL            | 12/10/2014<br>12/12/2014<br>10 /02/2015 |
| Le citronnier   | Eureka               | 450 | DBK SMAIL            | 12/10/2014<br>12/12/2014<br>10 /02/2015 |
| Le Figuier      | Achetoui             | 150 | Anonyme              | 12/10/2014                              |
| Le Pécher       | Redhaven             | 450 | ACHOUR<br>OUED AISSI | 30/05/2015<br>01/06/2015<br>08/06/2015  |

### III-2) Au laboratoire

#### III-2-1) Dénombrement des piqures

Nous avons procédé au dénombrement des piqures de *C. capitata* sur le total des fruits cueillis de chaque exposition et de toutes les variétés récoltées.

Pour les piqures qui étaient visibles, nous avons effectué le dénombrement à l'œil nu ; pour celles qui n'étaient pas visibles , nous avons eu recours à la loupe binoculaire.

#### III-2-2) Récupération des larves

Les fruits récoltés sont mis séparément dans des passoirs selon la variété et l'exposition. Ces dernières sont placées, à leur tour, dans des bassines contenant 2 cm de sable. Les passoirs sont recouvertes par une mousseline à mailles fines, pour empêcher l'attaque par la drosophile.

Pour récupérer les larves et les pupes, un tamisage quotidien du sable est effectué.

Certaines espèces fruitières, telles que la pêche, subissent une décomposition poussée et le liquide de décomposition mouille fortement le sable. Dans ce cas, la récupération des larves et des pupes se fait par immersion dans l'eau. Les larves et les pupes surnagent et sont ainsi recueillies facilement (Figure 10).

## Chapitre II : Matériels et Méthodes



**Figure 10 :** Dispositif expérimental pour la récupération des pupes et des larves (Originale ,2015)

### III-3) Paramètres biologiques de *C.capitata*

Les larves obtenues sont mises en observation afin de suivre les paramètres biologiques suivants :

#### III-3-1) Taux de pupaison

Suivant le protocole, les larves précédentes ont servi à déterminer le taux de pupaison qui correspond au nombre de larves qui se sont transformées en pupes .

#### III-3-2) Taux d'émergence

Il est calculé grâce à la formule suivante

|                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Taux d'émergence} = \frac{\text{Nombres d'individus émergés}}{\text{Nombre de pupes}} \times 100$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### VI) Essai de lutte biologique au laboratoire sur les larves de troisième stade de *Ceratitis capitata* par le champignon *Penicillium roqueforti*

#### VI-1) Le milieu de culture utilisé

##### VI-1-1) le milieu PDA (Pomme de terre d'extrait-agar)

La composition chimique du milieu PDA est la suivante :

- 200 g de pomme de terre;
- 20 g de dextrose (Glucose);
- 20 g de gélose nutritive (Agar-agar) ;
- 1000 ml d'eau distillée.

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

### VI-1-2) Préparation et stérilisation du milieu de culture

La préparation du milieu de culture PDA se fait comme suit :  
Faire bouillir un litre d'eau distillée contenant 200 grammes de pomme de terre pendant 10 minutes.

Après refroidissement, y ajouter 20 grammes d'agar-agar et 20 grammes de glucose, à l'aide d'un agitateur magnétique ; le mélange est ainsi homogénéisé. Puis nous avons soumis ce dernier à une stérilisation à l'autoclave, à une température de 120°C pendant 20 minutes.

### VI-1-3 Coulage du milieu

Après la stérilisation du milieu PDA, nous le répartissons aseptiquement dans des boîtes de pétri à raison de 23 ml de milieu par boîte (Pochon et Tardieux, 1962), tout en précisant que le coulage s'est effectué à proximité d'un bec bunsen.

### VI-2) L'isolement du champignon *Penicillium roqueforti*

Après avoir mis le roquefort pasteurisé dans un bocal hermétique et l'avoir alimenté en eau afin de le garder humide, nous plaçons le bocal dans une étuve à l'obscurité, à une température de 20°C (Figure 11).



Figure 11 : Fromage Roquefort après apparition de la moisissure

Au bout de 2 semaines, nous constatons l'apparition de moisissures, que nous prélevons à l'aide d'une anse stérile. Nous l'ensemencions dans les boîtes de pétri contenant le milieu d'entretien (PDA) préparé précédemment.

Enfin nous le laissons incuber pendant 8 jours à une température de 20°C (Figure 12).

## Chapitre II : Matériels et Méthodes



**Figure 12 :** Le champignon *P.roqueforti* après 8 jours d'incubation à une température de 20°C (Originale, 2015).

### V) Sélection de l'inoculum et ensemencement du milieu

Après solidification du milieu de culture PDA dans des boîtes de Pétri, nous avons procédé à l'ensemencement de *P. roqueforti* à partir des cultures mycéliennes âgées de 08 jours, préalablement préparées.

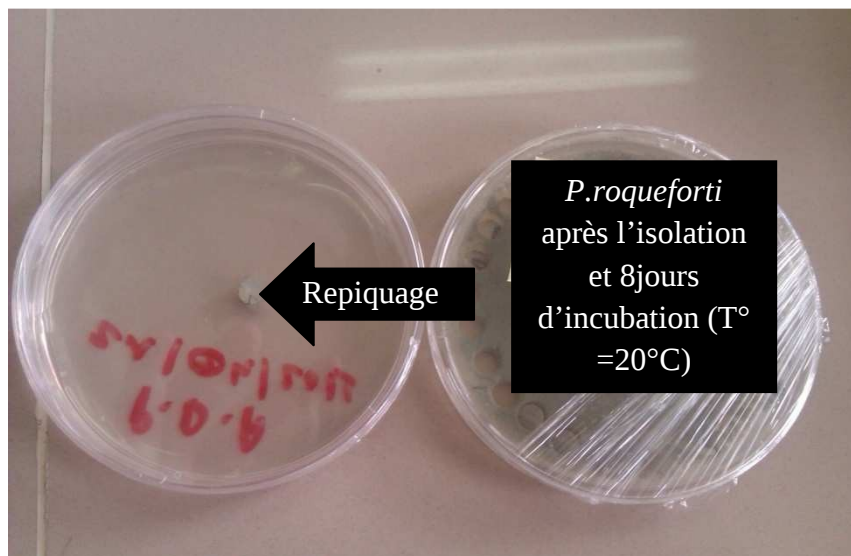
#### V-1) Repiquage

Afin de multiplier le mycélium du champignon *P. roqueforti*, nous avons procédé à de nouveaux prélèvements d'implants mycéliens issus des dernières cultures que nous avons ensemencées sur le nouveau milieu nutritif préparé (milieu PDA).

Nous avons procédé au repiquage des souches sélectionnées du roquefort sous une hotte stérile en respectant les étapes suivantes :

- Stérilisation au rouge, dans la flamme, de l'extrémité de l'emporte-pièce de 1 cm de diamètre puis refroidissement dans l'alcool.
- Ouverture d'une des boîtes de Pétri sélectionnée contenant l'inoculum.
- Découpage d'implants d'inoculum de 1 cm de diamètre à l'aide de l'emporte-pièce.
- Prélèvement des implants à l'aide d'une spatule stérile.
- Stérilisation des bords puis ouverture de la boîte contenant le milieu neuf.
- Dépôt de l'implant au centre de la culture en mettant la face mycélienne en bas.
- Fermeture de la boîte de Pétri ainsi ensemencée et stérilisation à nouveau de ses bords à la flamme.
- Fermeture des boîtes ensemencées à l'aide d'un film transparent pour éviter toute évaporation et toute ouverture accidentelle des boîtes. Figure 13.

## Chapitre II : Matériels et Méthodes



**Figure 13 :** Repiquage de *P.roqueforti* sur un milieu de culture PDA (Originale, 2015).

### V-3) Conservation

Les cultures mycéliennes non utilisées sont conservées au réfrigérateur à 5° C en vue d'une utilisation ultérieure

### VI) Test par contact

Les larves de 3<sup>ème</sup> stade sont immergées dans deux suspensions fongiques d'une concentration  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml (milieu PDA) respectivement. Chaque traitement est reproduit 04 fois.

Les larves de contrôle (témoin) ont été immergées, à leur tour, dans l'eau distillée stérile en 04 répétitions.

Les larves qui ont donné des pupes après le traitement et les adultes ayant émergé de ces pupes sont dénombrés. Nous comptons aussi les larves mortes et les pupes mal formées.

### VII) Essai par contact d'un sol traité avec des conidies du *P. roqueforti* sur les Larves de troisième stade de *C. capitata*

Le sol provenant des vergers est mis dans 12 bocaux en verre. Le sol est contaminé dans 08 bocaux par pulvérisation à l'aide d'un pulvérisateur commercial avec 10 ml d'une suspension de *P.roqueforti* à  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  respectivement ; quatre boîtes sont laissées comme témoins.

L'ensemble des bocaux est mis dans un milieu sombre et humide pour une durée de 7 jours.

Après 07 jours des traitements effectués sur le sol des boîtes, nous avons mis 10 larves de troisième stade dans chaque boîte traitée ainsi que pour le témoin. Un suivi quotidien est

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

effectué sur les larves pendant leurs premiers contacts avec le sol contaminé. Dès l'apparition des premières pupes, nous avons noté le nombre de pupes formées, le nombre de pupes malformées ainsi que celui des larves mortes.

Les larves mortes et les pupes qui n'ont pas donné d'adultes sont transférées dans une boîte de Pétri qui contient un papier filtre humide pour évaluer le développement d'une mycose sur leur cuticule et déterminer si elles sont vraiment attaquées par *P. roqueforti*.

**VIII) Analyse statistique :**  
Les résultats obtenus ont été soumis au test paramétrique qui est l'analyse de la variance (ANOVA à 1 critère de classification). Lorsque cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil  $\alpha = 0,05$ , si la normalité n'est pas respectée, nous utilisons un test non paramétrique équivalent au test de l'ANOVA (Kruskal Wallis et autres) . Cette analyse est réalisée par un logiciel statistique (STAT-BOX)

NB : si la probabilité calculée (P) est :  
 $P > 0,05 \rightarrow$  les variables montrent une différence non significative  
 $0,05 \geq P > 0,01 \rightarrow$  les variables montrent une différence significative  
 $0,01 \geq P > 0,001 \rightarrow$  les variables montrent une différence hautement significative  
 $P \leq 0,001 \rightarrow$  les variables montrent une différence très hautement significative (Dagnelie, 1975).

# **Chapitre III : Résultats et discussion**

# Résultats et Discussions

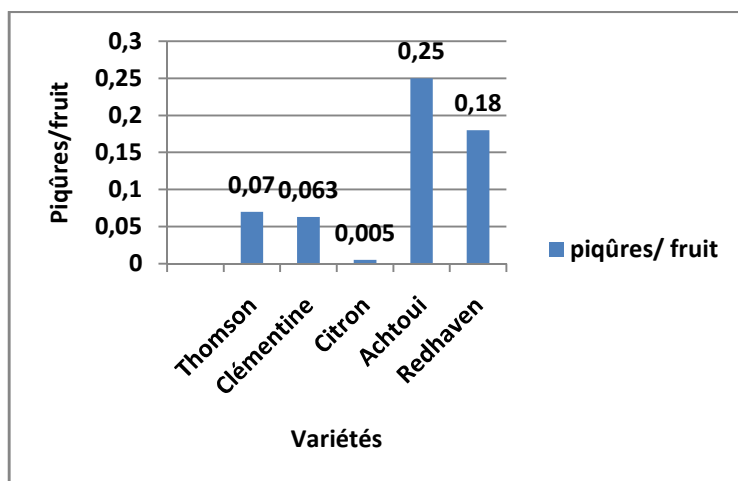
## I) Estimation de l'infestation des fruits par *C. capitata*.

### I-1) Estimation de l'infestation selon les variétés et les expositions.

#### I-1-1) Nombre moyen de piqûres/fruit pour toutes les variétés confondues.

Le nombre moyen de piqûres par fruit selon les variétés fruitières étudiées est représenté dans l'annexe 01 et la figure 14.

D'après les résultats, la variété de figuier Achetoui est la plus piquée avec un nombre moyen de 0.25 piqûres/fruit. Elle est suivie par les variétés Redhaven puis Thomson enfin la Clémentine Ordinaire avec respectivement 0.18, 0.07, 0.063 piqûres/fruit. Par contre, la variété de citron Eureka présente la moyenne la plus faible de l'ordre de 0.005 piqûre/fruit.



**Figure 14:** Nombre moyen de piqûres/fruit selon toutes les variétés étudiées.

Le test de Kruskal Wallis Tableau2 révéla qu'il y a un effet très hautement significatif pour le nombre moyen de piqures par fruits selon la variété avec une Pvalue < 2.2e-16

**Tableau 02:** Résultats du test Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres par fruits pour toutes les variétés Confondues

|                           | W       | df | Pvalue    |
|---------------------------|---------|----|-----------|
| Les 5 Varietes confondues | 91.7892 | 4  | < 2.2e-16 |

Le test de Kruskal Wallis nous a classé les variétés dans quatre groupes homogènes ; la variété Redhaven est classée dans le groupe A, La variété Thomson sont classées dans le groupe B, La variété Achetoui est classée dans le groupe C, et enfin la variété Eureka est classée dans le groupe D (tableau 03).

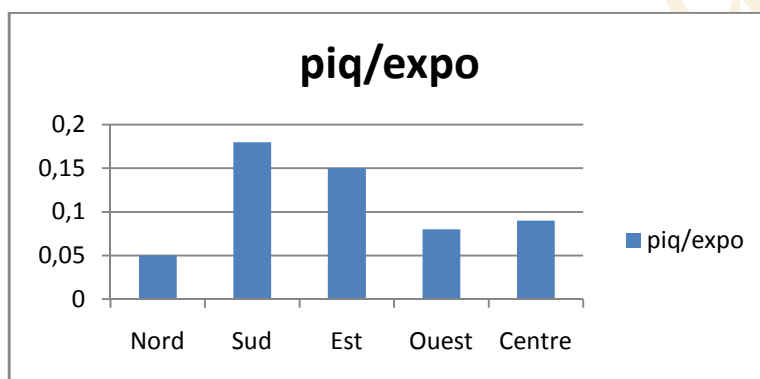
## Résultats et Discussions

**Tableau 3 :** Résultats du test de Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon toutes les variétés confondues

| EXPOSITIONS |       | GROUPES |   |   |   |
|-------------|-------|---------|---|---|---|
| Redhaven    | 110.1 | A       |   |   |   |
| Thomson     | 71.3  |         | B |   |   |
| Clementine  | 65.38 |         | B |   |   |
| Achetoui    | 53.4  |         |   | C |   |
| Eureka      | 15.16 |         |   |   | D |

### I-1-2) Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition

Les résultats présentés par la figure 15 et l'annexe 02, révèlent que l'exposition Sud est la plus piquée avec un nombre moyen de 0.18 piqûres/fruit ; elle est suivie par les expositions Est, Centre et Ouest, avec des moyennes respectives de l'ordre de 0.15, 0.09, 0.08 piqûres/fruit. Par contre, l'exposition Nord présente une moyenne de l'ordre de 0.05 piqûre/fruit.



**Figure15 :** Nombre moyen total de piqûres/fruit selon l'exposition

L'analyse statistique du test de Kruskal Wallis (Tableau 4) révèle qu'il n'y a pas de différence significative pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition avec une Pvalue=0.2348.

**Tableau 4 :** Résultats du test Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres/fruits selon l'exposition pour toutes les variétés étudiées

| Facteur    | W      | df | Pvalue |
|------------|--------|----|--------|
| exposition | 5.5569 | 4  | 0.2348 |

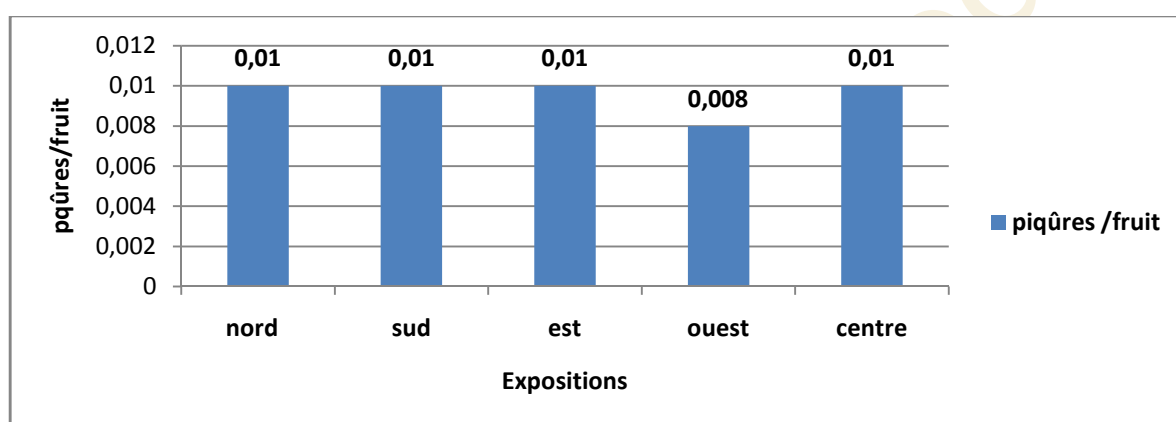
# Résultats et Discussions

## I-2-Nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour chaque variété.

Les résultats que nous avons obtenus sur le nombre moyen de piqûres par fruit selon l'exposition pour chaque variété sont représentés dans l'annexe 03.

### I-1-2-1- La variété Thomson

Les résultats illustrés par la figure 16 révèlent que les expositions Nord, Sud, Est et Le Centre ont reçu le même nombre moyen de piqures, avec 0.01 piqûre/fruit pour chaque exposition. L'exposition Ouest présente un nombre moyen de piqures/fruits de l'ordre de 0.008.



**Figure 16:** Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Thomson

Le test de Kruskal-Wallis (Tableau5) a révélé que le nombre moyen de piqures /fruits pour la variété Thomson ne varie pas d'une façon significative selon l'exposition avec une p-value = 0.1257.

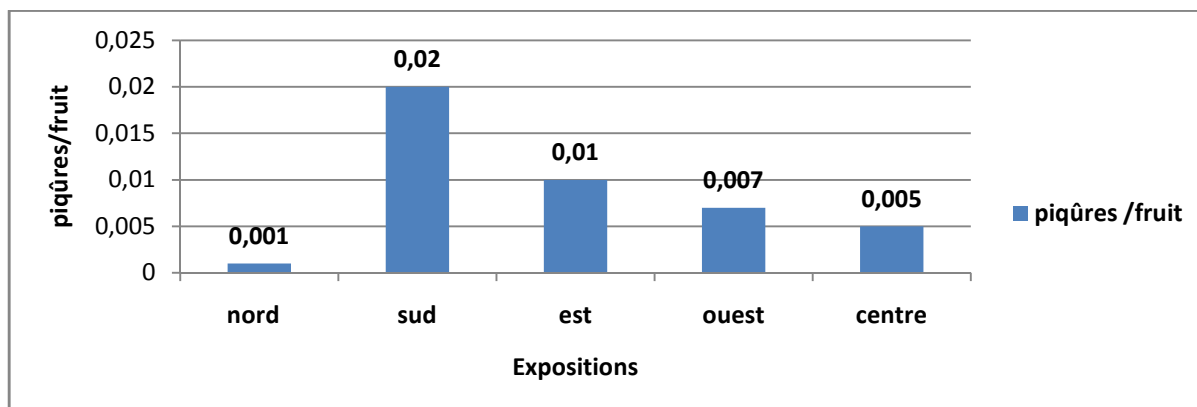
**Tableau5 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Thomson

| Varieties | W   | DF | P value |
|-----------|-----|----|---------|
| Thomson   | 7.2 | 4  | 0.1257  |

### I-1-2-2- La variété Clémentine ordinaire

Les résultats illustrés par la figure 17 révèlent que l'exposition Sud a reçu le plus grand nombre de piqures, avec une moyenne de 0.02 piqûre/fruit. Elle est suivie par les expositions Est, Ouest, Centre et Nord avec des moyennes respectives de 0.01, 0.007, 0.005 et 0.001piqûres/fruit.

## Résultats et Discussions



**Figure17 :** Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Clémentine ordinaire

Le test de Kruskal-Wallis (Tableau6) révèle que le nombre moyen de pique/fruits pour la variété Clémentine ordinaire varie d'une façon hautement significative selon l'exposition avec une p-value =0.01598.

**Tableau 6 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Clémentine

| Varieties  | W       | DF | P value |
|------------|---------|----|---------|
| Clementine | 12.1916 | 4  | 0.01598 |

Le test de Kruskal Wallis (Tableau 7) regroupe les expositions en quatre groupes homogènes. Les expositions Sud et Est sont classées dans le groupe A. L'exposition Nord est classée dans le groupe AB. L'exposition Ouest est classée dans le groupe BC et enfin, l'exposition Centre est classée dans le groupe C.

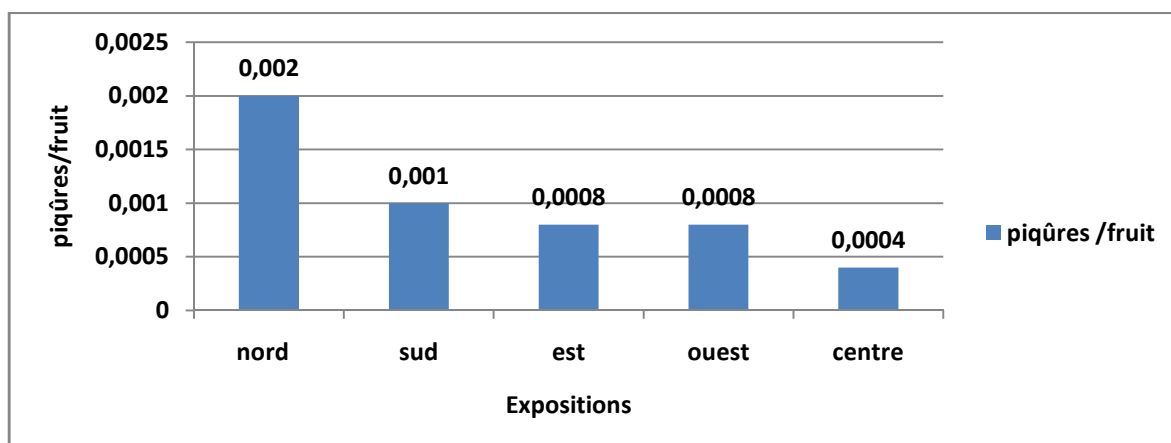
**Tableau7 :** Résultats du test de Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour la variété Clémentine.

| EXPOSITIONS |      | GROUPES |    |    |   |
|-------------|------|---------|----|----|---|
| SUD         | 18.2 | A       |    |    |   |
| EST         | 17.4 | A       |    |    |   |
| NORD        | 15.2 |         | AB |    |   |
| OUEST       | 8.8  |         |    | BC |   |
| CENTRE      | 5.4  |         |    |    | C |

### I-1-2-3- La variété Eureka

D'après les résultats illustrés par la figure 18, nous constatons que les fruits prélevés au Nord présentent un nombre moyen de piqûres /fruits de l'ordre de 0.002, viennent ensuite les fruits prélevés au Sud, Ouest, Est et Centre avec respectivement 0,001, 0,0008, 0,0008 et 0,0004 piqûre/fruit.

## Résultats et Discussions



**Figure18:** Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Eureka

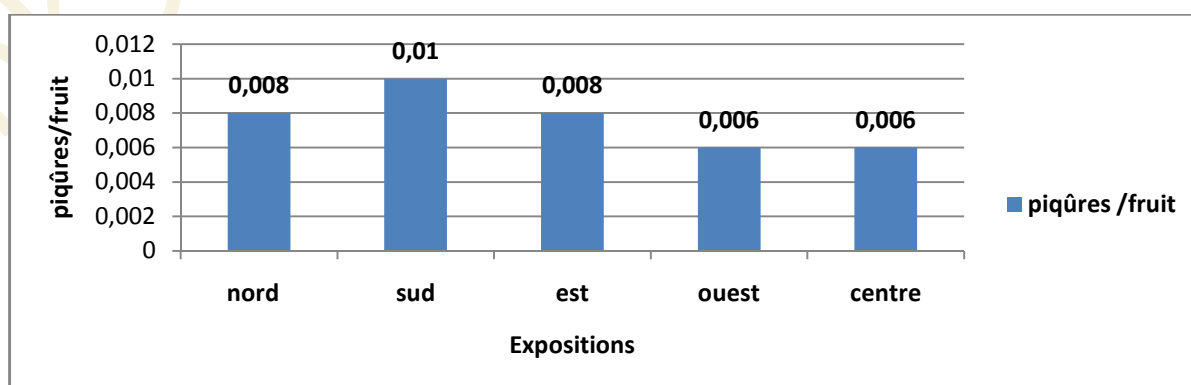
Le test de Kruskal-Wallis (Tableau8) révèle que le nombre moyen de piqures /fruit pour la variété Eureka ne varie pas d'une façon significative selon l'exposition avec une p-value =0.7239.

**Tableau8 :** Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Eureka

| Varieties | W      | DF | P value |
|-----------|--------|----|---------|
| Eureka    | 2.0648 | 4  | 0.7239  |

### I-1-3-4- La variété Achetoui

Selon nos résultats présentés en figure 19, nous constatons que les fruits exposés au Sud présentent une moyenne de l'ordre de 0.01 piqûre/fruit. Ils sont suivis par les fruits prélevés au Nord et Est avec un nombre moyen de l'ordre de 0.008 piqures/fruits, et enfin viennent, l'Ouest et le Centre avec une moyenne de l'ordre de 0.006 piqures /fruits.



**Figure19:** Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Achetoui

## Résultats et Discussions

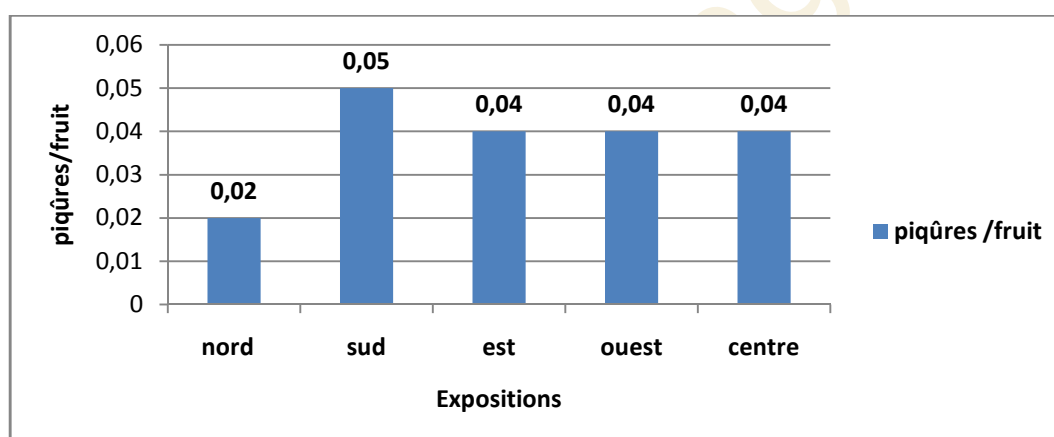
Le test de Kruskal-Wallis (Tableau 09) révèle que le nombre moyen de piqures /fruit pour la variété Achetoui ne varie pas d'une façon significative selon l'exposition avec une p-value =0.09663.

**Tableau 09** : Résultats du test de Kruskal-Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruit selon l'exposition pour la variété Achetoui

| Varieties | W      | DF | P value |
|-----------|--------|----|---------|
| Achetoui  | 7.8655 | 4  | 0.09663 |

### I-1-3-5- La variété Redhaven

Selon les résultats présentés dans la figure 20, nous remarquons que les fruits exposés au Sud présentent en moyenne 0.05 piqûre/fruit. Ils sont suivis par les fruits prélevés de l' Est, l' Ouest et le Centre avec des moyennes respectives de 0.04, 0.04 ,0.04 piqure/fruit, et en dernier est classée l' exposition Nord avec une moyenne de 0.02 piqure /fruit.



**Figure20**: Nombre moyen de piqûres/fruit selon l'exposition pour la variété Redhaven

Le test de Kruskal Wallis (Tableau10) nous révèle que le nombre moyen de piqure par fruit varie significativement selon l'exposition pour la Variété Redhaven avec une P value = 0.04566.

**Tableau10** : Résultat du test de Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqures/fruits selon l'exposition pour la variété Redhaven.

| Varieties | W     | DF | P value |
|-----------|-------|----|---------|
| Redhaven  | 9.707 | 4  | 0.04566 |

Le test de Kruskal Wallis (tableau6) regroupe les expositions dans deux groupes homogènes : Les expositions Sud, Est, Ouest et Centre sont classés dans le groupe A ; par contre , l'exposition Nord est classée dans le groupe B.

## Résultats et Discussions

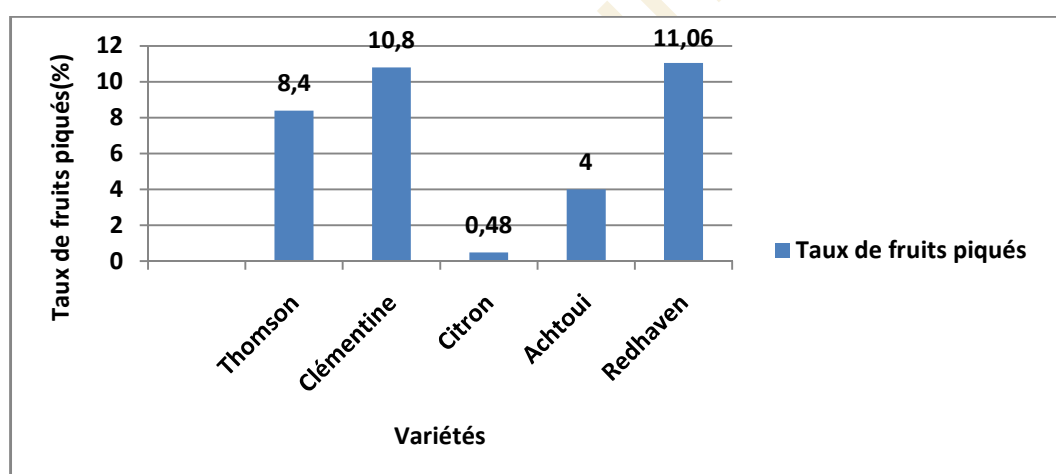
**Tableau11:** Résultats du test de Kruskal Wallis pour le nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour la variété Redhaven

| Expositions |      | GROUPES |   |
|-------------|------|---------|---|
| SUD         | 19.1 | A       |   |
| EST         | 13.2 | A       |   |
| OUEST       | 13.2 | A       |   |
| CENTRE      | 14.3 | A       |   |
| NORD        | 5.2  |         | B |

### I-1-4) Estimation du taux de fruits piqués

#### I-1-4-1) Selon toutes les variétés étudiées

D'après les résultats présentés par la figure 21, et l'annexe 04, nous constatons que les variétés qui ont présenté des pourcentages moyens de fruits piqués le plus élevé sont la Redhaven, la Clémentine et la Thomson avec respectivement 11.06, 10,8 et 8,4 %. Les variétés Achetoui et Eureka ont des taux de fruits piqués très faibles de l'ordre de 4 et 0.48 % respectivement



**Figure 21:** Taux de fruits piqués pour toutes les variétés étudiées.

Les résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 12), montrent que le taux de fruits piqués varie d'une façon très hautement significative selon les variétés fruitières étudiées avec une ( $P= 0.0003069$ ).

**Tableau 12:** Résultats de l'analyse de la variance pour le taux de fruits piqués selon les variétés fruitières étudiées

|                    | DDL | SC     | CM      | TEST F | PR        |
|--------------------|-----|--------|---------|--------|-----------|
| Facteur (Variétés) | 4   | 445.27 | 111.318 | 8.706  | 0.0003069 |
| Residuelle         | 20  | 255.73 | 12.786  |        |           |

## Résultats et Discussions

Le test Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 13) regroupe les variétés fruitières étudiées en quatre groupes homogènes.

Les variétés Redhaven et Clémentine sont classées dans le groupe A ; la Variété Thomson est classée dans le groupe AB ; La variété Achetoui est classée dans le groupe BC alors que la variété Eureka est classée dans le groupe C.

**Tableau 13:** Résultats du test NEWSMAN et KEULS au seuil 5% pour le taux de fruits piqués selon les variétés fruitières étudiées.

| Facteur variété | Taux de fruits piqués | Groupes Homogènes |    |    |   |
|-----------------|-----------------------|-------------------|----|----|---|
| Redahven        | 11.60                 | A                 |    |    |   |
| Clementine      | 10.80                 | A                 |    |    |   |
| Thomson         | 8.40                  |                   | AB |    |   |
| Achetoui        | 4.00                  |                   |    | BC |   |
| Eureka          | 0.48                  |                   |    |    | C |

L'étude de l'infestation des fruits en fonction du nombre de piqures/fruits et le taux de fruits piqués nous a révélé que la Cératite manifeste une préférence pour certaines variétés et expositions.

A partir des résultats obtenus, nous constatons que les variétés les plus piquées sont Achetoui avec un nombre moyen de 0.25 piqure/fruit. Carey (1984) a classé la figue parmi les fruits hôtes les plus favorables au développement de la cératite grâce à sa richesse en sucre et à la souplesse de son épiderme.

Les facteurs climatiques pourraient être à l'origine de la différence des niveaux d'infestation observés. Selon Abdelli (1996), les basses températures et, spécialement si elles sont associées aux grandes pluies, augmentent considérablement la mortalité des adultes.

En effet, la variété Thomson récoltée au mois d'octobre 2014 durant lequel nous avons enregistré une température moyenne de 21,6°C et une humidité relative d'environ 68%, a présenté de faibles taux de fruits piqués. La période et le degré de maturité des fruits qui varient selon les variétés pourraient être à l'origine des différences des niveaux d'infestation.

Selon Weems (1981), le développement des œufs, des larves et même des pupes ne peuvent pas se faire à 10°C et, d'après Delrio (1985), les œufs deviennent infertiles pour des températures minimales allant de 4 à 7°C. Les températures minimales enregistrées dans la wilaya de Tizi-Ouzou au moment de la maturité (Thomson) ont atteint 7,6 °C ; ce qui explique nos résultats concernant les variétés d'agrumes récoltées en octobre 2014. Dhoubi et al. (1995) ont rapporté que des paramètres chimiques tels que la teneur en huiles essentielles de l'écorce et la nature des substances volatiles pourraient jouer un rôle non négligeable dans l'attraction ou la répulsion du ravageur.

Cela pourrait aussi être du à la présence des glandes huileuses dans l'épiderme des agrumes qui provoquent une forte mortalité des œufs (Ortu, 1982). Ce même auteur a constaté

## Résultats et Discussions

que le nombre de glandes huileuses par  $\text{cm}^2$  de la surface du fruit joue un rôle important dans la résistance des fruits aux attaques par la cératite.

Feron (1962) a mis en évidence l'importance de l'intensité lumineuse et de la qualité de la lumière qui peuvent provoquer des réponses variables quant au choix du site d'oviposition. Il rapporte également que la brillance du site d'oviposition, plutôt que sa couleur, a une influence majeure sur le dépôt des œufs.

Les travaux de Katsoyannos (1986), Katsoyannos et al. (1997) et Papadopoulos et al. (2001) ont montré que les adultes de la cératite sont attirés par les fruits volumineux ainsi que par la texture et la nature de leur peau et, éventuellement, la teneur en sucres réducteurs du fruit ; ce dernier constituant une importante source de nourriture aux larves de *C.capitata*.

Ali-Ahmed ,Saadoudi (2007) a révélé que la variété Redhaven est la plus riche en sucres réducteurs avec 13.20g/100ml de jus et que les sucres et les protéines des fruits hôtes joueraient un rôle déterminant dans leur infestation par la cératite ; ce qui pourrait expliquer la forte infestation de la variété Redhaven par la cératite , telle que nos résultats l'ont conclu et qui concorde avec ceux de Mouazer et Yefsah (1996) , Abdelli (1996) , Djouadi et Hatem (1997) , Mansouri et Zaamoum (2014) ainsi que Boussaa et Seghilani (2014) ; qui ont confirmé que la variété Redhaven est lourdement infestée , mais ne rejoignent pas ceux de Metna (2009) qui a rapporté que la variété Redhaven est la moins piquée .

Nos résultats révèlent aussi que la variété Redhaven contient le taux de fruits piqués le plus élevé avec 11.06% .Cela ne concorde pas avec les résultats d' Abdelli (1996)Smail et Keddouci (2000) , Dekhli (2006) , Khimoud et Louni (2008) , Metna (2009) , Dehmane et Dehmas (2011) ainsi qu' avec ceux de Boussaa et seghilani (2014) qui ont conclu que la variété Thomson est la plus piquée par *C.capitata*.

Toute fois, nous concluons d' après nos résultats, que la variété la moins piquée est Eureka avec un taux de fruits piqués de 0.48% uniquement et un nombre moyen de 0.005 piqures/fruits.

Ces résultats concordent avec ceux de Dahmane et Dehmas (2011) ainsi qu' avec ceux de Boussaa et Seghilani (2014) qui ont obtenu le taux de piqures le plus bas pour la variété Eureka avec respectivement 10% et 33.33% .

Pour le taux de fruits piqués suivant l'exposition pour chaque variété, nous avons constaté que la cératite montre une préférence particulière pour une exposition donnée qui est le Sud et l' Est avec un nombre moyen de 0.18 et 0.15 piqures /fruit respectivement. Ces résultats s' accordent avec ceux de Metna (2009) qui a conclu que les expositions Est et Sud sont les plus piquées par *C.capitata* .Par contre, ils ne s'accordent pas avec ceux de Mansouri et Zamoum (2013) mais concordent avec ceux de Bodenheimer (1951) , Epesky et Health (1998) qui ont signalé que la mouche préfère les expositions ensoleillées et concorde partiellement avec ceux de Smail et Kheddouci (2000) et Ali-Ahmed ,Saadoudi (2007) qui ont conclu que *C. capitata* vise en majorité les expositions Ouest et Sud pour piquer les fruits

## Résultats et Discussions

; mais ne concordent pas avec ceux de Dahmane et Dehmas (2011) qui ont constaté que les fruits récoltés de l'exposition Ouest sont les plus infestés. En tenant compte de l'exposition.

### I-2) Estimation du nombre moyen de pupes/fruits selon les variétés

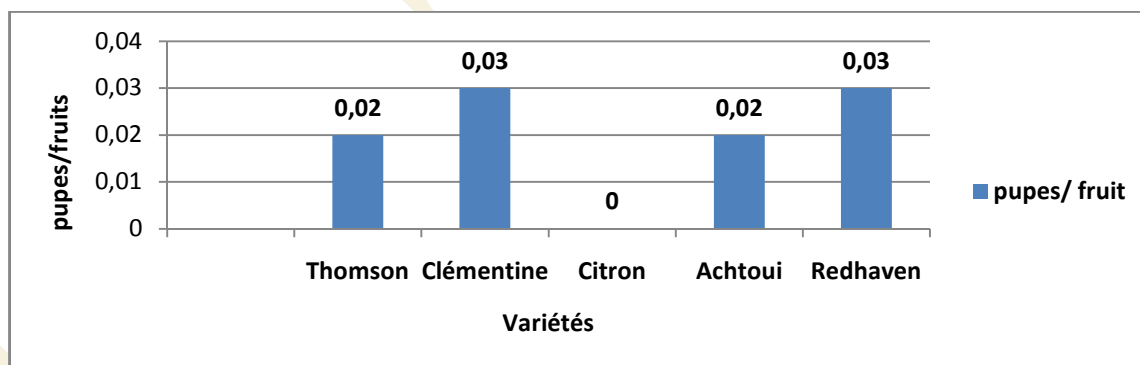
#### I-2-1) Nombre moyen de pupes par fruit pour toutes les variétés étudiées.

L'analyse de la variance au seuil de 5% (**tableau 14**) révèle que le nombre moyen de pupes par fruit ne varie pas d'une façon significative selon les variétés étudiées ( $P = 0.07222$ ).

**Tableau 14:** Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre moyen de pupes par fruit pour toutes les variétés étudiées

|                        | DDL       | SC               | CM                | TESTF         | Pr             |
|------------------------|-----------|------------------|-------------------|---------------|----------------|
| <b>Facteur Variete</b> | <b>4</b>  | <b>0.0027130</b> | <b>0.00067824</b> | <b>2.5353</b> | <b>0.07222</b> |
| <b>Residuelle</b>      | <b>20</b> | <b>0.0053504</b> | <b>0.00026752</b> |               |                |

D'après nos résultats présentés dans l'annexe 05 et illustrés par la (Figure 22), nous remarquons que la variété Redhaven et Clémentine enregistrent un nombre moyen de pupe/fruit le plus élevé de l'ordre de 0,03 pupe/fruit. Elles sont suivies par la variété Achetoui et Thomson avec 0, 02 pupes/fruit. Par contre, la variété citron Eureka n'a donné aucune pupes.



**Figure 22 :** Nombre moyen de pupes par fruit pour toutes les variétés étudiées.

Malgré que le nombre de piqûres observé chez la variété Achetoui soit important, le nombre de pupes le plus élevé est obtenu chez la variété Redhaven avec un taux de 0.03 piqûres/fruit. Par ailleurs, la variété Eureka n'a donné aucune pupes.

Nous constatons que le nombre moyen de piqûres/fruit ne suit pas le nombre moyen de pupes/fruit. Ceci concorde avec les résultats d'Abdelli (1996) et Dahmane et Zouambi (1996) qui ont affirmé que 58,96% des piqûres causées par la cératite sur les agrumes sont

## Résultats et Discussions

stériles, et qu'elles ne sont pas destinées à la ponte mais à nourrir les adultes. Ce comportement permet à l'adulte d'emmagasiner de l'acide citrique pour être utilisé en hiver comme source d'énergie dans le métabolisme de l'insecte (Gilmour, 1968).

En ce qui concerne la variété Thomson, nous avons observé plusieurs larves de premier et de deuxième stade à l'intérieur des fruits après leur dissection, mais leur évolution a donné peu de pupes. Sampaio et al. (1984) ont signalé que l'acidité du fruit d'orange peut agir sur le taux d'infestation par la mouche méditerranéenne des fruits mais d'une manière non significative ; Nicanor et al. (1990) ont rapporté, pour leur part, que l'acidité agit sur la mortalité larvaire.

D'après Ortu (1982), ceci est dû à la présence des glandes huileuses dans l'épiderme des agrumes provoquant une forte mortalité des œufs et des larves. Delrio (1985) a rapporté que les œufs et les larves sur les agrumes présentent une très forte mortalité à cause de la toxicité des essences de la peau.

Des résultats de l'analyse de la variance, il en ressort également que la position des fruits sur l'arbre n'a pas un effet significatif sur le nombre de pupes par fruit.

Pour la variété de citron Eureka, nous avons constaté l'absence des larves et des pupes. D'après Delrio (1985) et Nicanor et al. (1990), la toxicité et l'acidité de la peau influence la mortalité larvaire.

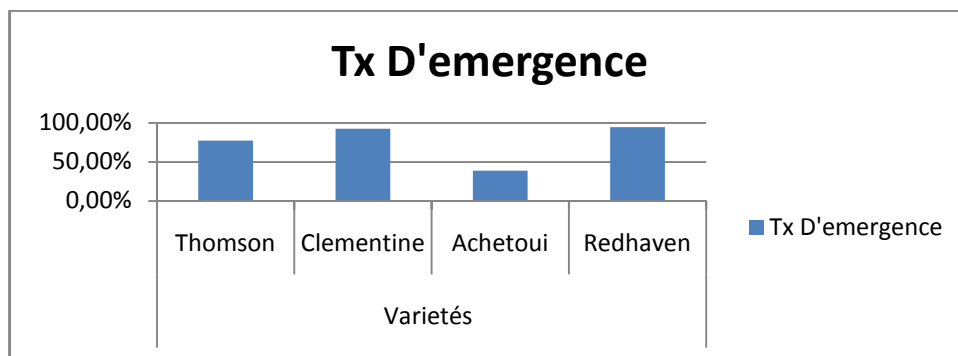
La variété de pêche Redhaven constitue l'hôte préférentiel de la cécidie chez laquelle nous avons enregistré le plus grand nombre de pupes par fruit, car cette variété diffère des autres par une très fine écorce qui facilite la sortie des larves de troisième stade. De plus, la richesse de ce fruit en sucres accélère le développement larvaire. Nos résultats rejoignent ceux de Bodenheimer (1951), Frezal (1953) et Carey (1984) qui ont conclu que la pêche est l'un des fruits appréciés par *C. capitata* dans tous les pays où sévit cette mouche. De même, ils concordent avec ceux d'Aid et Bouhadade (2010), et Mansouri et Zamoum (2014) qui ont obtenu un nombre élevé de pupes par fruit chez cette variété.

### **I-3) Estimation du taux d'émergence des adultes de *C. capitata* des pupes selon la variété**

#### **I-3-1) Taux d'émergence des pupes selon les variétés**

Les résultats du taux d'émergence des adultes de *C. capitata* selon la variété sont représentés dans l'annexe 07 et illustrés par la figure 23. Nous constatons que les pupes issues de la variété Redhaven présentent le taux d'émergence le plus élevé avec un taux de l'ordre de 94.85%, suivi de la Clémentine, la Thomson et Achetoui avec respectivement 92.66%, 73.77% et 39%.

## Résultats et Discussions



**Figure23 :** Taux d'émergence des pupes selon les variétés

Bien que la variété d'agrumes Thomson ait donné un nombre moyen de 0.02 pupes /fruits, elle présente un taux d'émergence de 73.77%. Il en est de même pour la variété Achetoui dont le taux d'émergence est de l'ordre de 39% des 0.02 Pupes/fruit obtenues.

Nos résultats montrent que le taux d'émergence ne varie pas en fonction de la variété.

Nos résultats concordent avec ceux de Metna (2009) qui a obtenu un taux d'émergence de 44,17% pour la variété Redhaven contre 68,43% pour la variété Cardinal, ainsi que Mansouri et Zamoum (2013) qui, eux, ont signalé un taux d'émergence de l'ordre de 51,29% pour la Redhaven, 30% pour la Thomson et 33,33% pour la Cardinal.

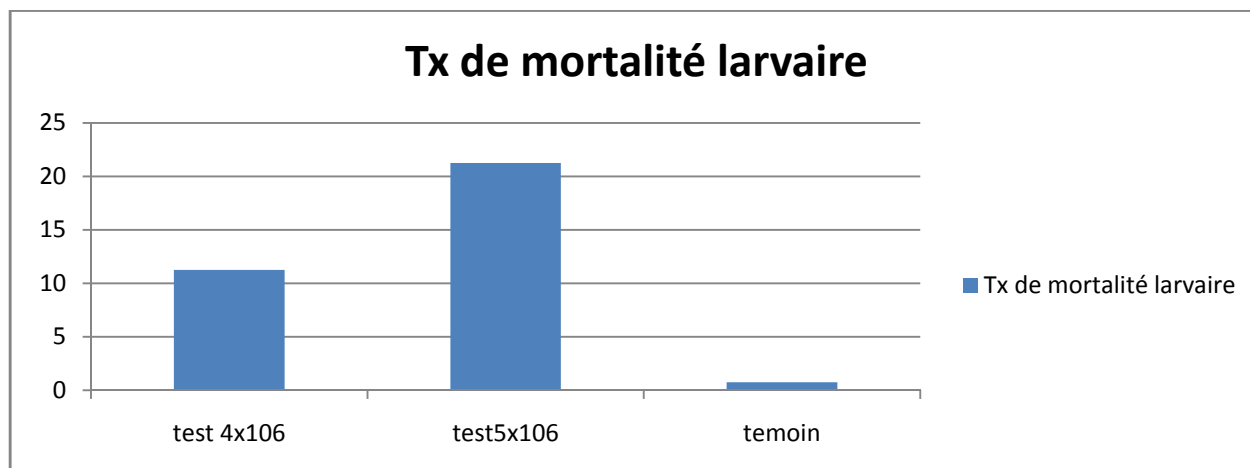
Bodenheimer (1951) a enregistré un taux d'émergence très élevé de 95% sur la banane qui est connue pour sa richesse nutritive. Selon Debouzi (1977), la mortalité des pupes augmente avec la densité larvaire et s'exprime par des émergences incomplètes.

### II- Essai de lutte biologique avec *P. roqueforti* contre *C. capitata*

#### II-1-Taux mortalité larvaire après 24h de traitement par contact direct avec les conidies de *P. roqueforti*

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe08 et illustrés par la Figure24, nous constatons que le Témoin présente un taux de mortalité larvaire de 0.75% ; par contre, dans le test de traitement des larves avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml, nous avons obtenu un taux de mortalité larvaire de l'ordre de 11.25% et 21.25% respectivement.

## Résultats et Discussions



**Figure 24 :** Taux de la mortalité larvaire après 24h de traitement avec des conidies de *P. roqueforti*

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Tableau15) nous révèle qu'il ya une différence très hautement significative pour le taux de mortalité en fonction des deux doses de conidies de *P.roqueforti* avec une Pvalue = $9.55 \times 10^{-7}$ .

**Tableau15 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour la mortalité larvaire après 24h de traitement avec les deux doses de conidies de *P. roqueforti*.

|               | DDL | SCE    | CM     | TEST F | Pr                    |
|---------------|-----|--------|--------|--------|-----------------------|
| Larves mortes | 2   | 820.17 | 410.08 | 93.437 | $9.55 \times 10^{-7}$ |
| Residuelle    | 9   | 39.50  | 4.39   |        |                       |

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 16), nous a révélé trois groupes homogènes. Le groupe A pour les larves traitées avec la dose  $5 \times 10^6$  Conidies/ml, le groupe B nous avons les larves traitées avec la dose  $4 \times 10^6$  Conidies /ml de *P. roqueforti*, et enfin, le groupe C représente le témoin.

**Tableau 16 :** Test de Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux des larves mortes après 24h de traitement avec des conidies de *P. roqueforti* par rapport aux larves témoins

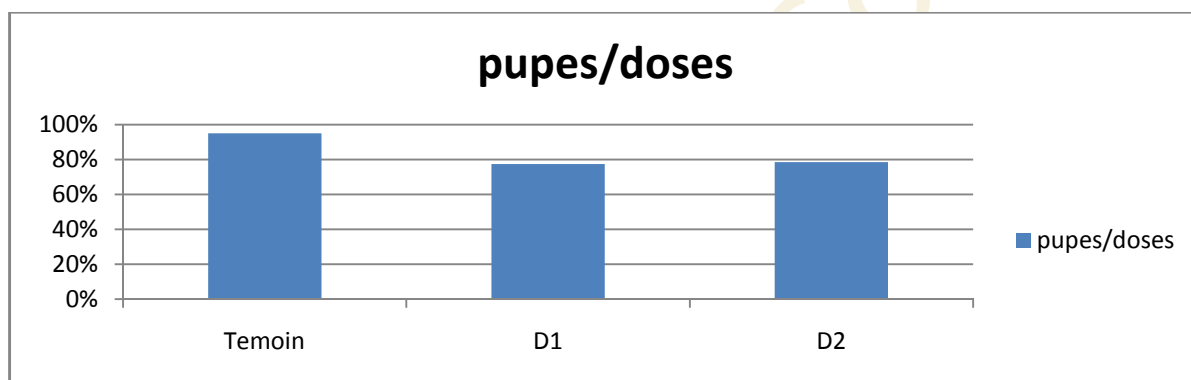
| Facteurs Doses  | Taux de larves mortes | Groupes homogènes |   |   |
|-----------------|-----------------------|-------------------|---|---|
| $5 \times 10^6$ | 21.25%                | A                 |   |   |
| $4 \times 10^6$ | 11.25%                |                   | B |   |
| Témoin          | 1%                    |                   |   | C |

## Résultats et Discussions

### II-2-Taux de larves transformées en pupes après traitement par contact, avec deux doses de conidies de *P.roqueforti*

#### II-2-1-Taux de pupaison

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe 09 et illustrés par la Figure25, nous constatons que 95% des larves issues du témoin se sont enpupées au bout de 24h ; par contre, dans le test de traitement des larves avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  de conidies de *P.roqueforti*, nous avons obtenu des taux respectifs de pupaison de l'ordre de 77,5% et 78,75% ; ces taux sont nettement inférieurs à ceux obtenus dans le témoin .



**Figure 25:** Taux de larves transformées en pupes traitées par contact, avec les deux doses de conidies de *P.roqueforti*.

L'analyse de la variance au seuil de 5% (**Tableau17**) nous révèle qu'il ya une différence très hautement significative pour le taux de pupaison entre le témoin et les larves traités avec les deux doses de suspension des conidies de *P.roqueforti* avec une Pvalue =0.003155 \*\*.

**Tableau17 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux de pupaison après 24h de traitement des larves avec les deux doses de suspension des conidies de *P. roqueforti* .

|                  | DDL      | SCE    | CM     | TEST F | Pr             |
|------------------|----------|--------|--------|--------|----------------|
| Facteur pupaison | 2 762.50 | 762.50 | 381.25 | 11.681 | 0.003155<br>** |
| residuelle       | 9        | 293.75 | 32.64  |        |                |

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 18) nous a révélé deux groupes homogènes. Le groupe A pour le Témoin, et le groupe B pour les larves traitées avec les deux doses de conidies de *P.roqueforti*.

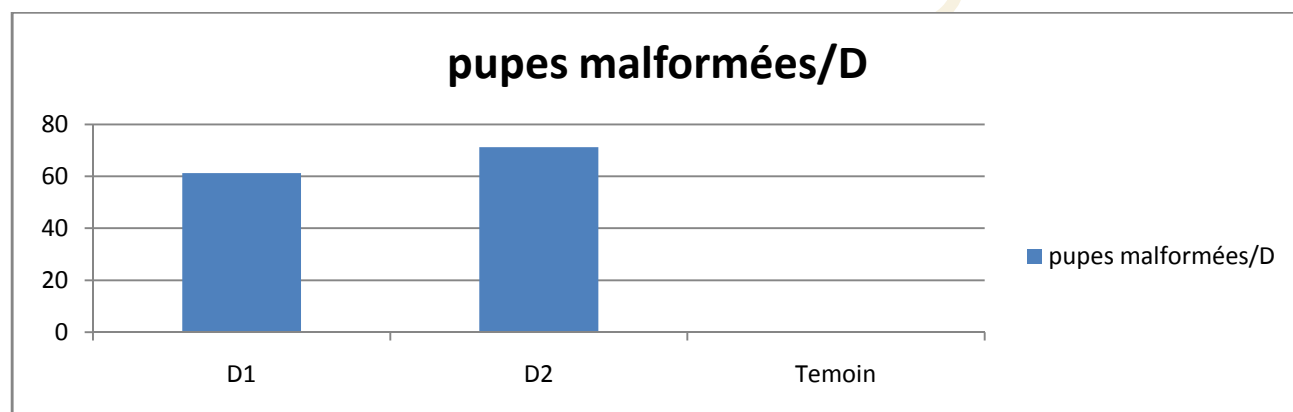
## Résultats et Discussions

**Tableau 18:** Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux de pupaison après 24h de traitement des larves traitées avec des conidies de *P. roqueforti* et les larves témoins

| Facteurs        | Taux de pupaison | Groupes homogènes |   |
|-----------------|------------------|-------------------|---|
| Témoin          | 95%              | A                 |   |
| $4 \times 10^6$ | 78.75%           |                   | B |
| $5 \times 10^6$ | 77.5%            |                   | B |

### II-2-2-Taux de pupes mal formées issues des larves traitées par contact avec les conidies de *P.roqueforti* apres 24h.

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe10 et illustrés dans la figure 26, nous constatons que le témoin ne présente pas de pupes malformées, par contre pour les larves traitées avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml, nous avons obtenu des taux de l'ordre de 61.25% et 71.25% de pupes malformées .



**Figure 26:** Taux de pupes mal formées après 24h de traitement par contact des larves de *C.capitata* avec les deux doses des conidies de *P.roqueforti*.

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Tableau19) nous révèle qu'il ya une différence très hautement significative pour le taux de pupes malformées avec une Pvalue =  $7.2 \times 10^{-9}$

**Tableau19 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux de pupes malformées entre les larves traitées avec des conidies de *P. roqueforti* et les larves témoins

| Facteurs         | DDL | SCE     | CM     | TEST F | Pr                   |
|------------------|-----|---------|--------|--------|----------------------|
| Pupes malformées | 2   | 11904.2 | 5952.1 | 285.7  | $7.2 \times 10^{-9}$ |
| Résiduelle       | 9   | 187.5   | 20.8   |        |                      |

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 20), nous révèle trois groupes homogènes. Le groupe A présente les pupes malformées issues des larves traitées avec la

## Résultats et Discussions

dose  $5 \times 10^6$  Conidies/ml le groupe B présente les pupes malformées issues des larves traitées avec la dose  $4 \times 10^6$  C /ml de *P. roqueforti*. Enfin le groupe C représente le témoin.

**Tableau 20 :** Test de Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux de pupes malformées entre les larves traitées avec des conidies de *P. roqueforti* et les larves témoins

| Facteurs        | Taux de pupes malformées | Groupes homogènes |   |   |
|-----------------|--------------------------|-------------------|---|---|
| $5 \times 10^6$ | 71.25%                   | A                 |   |   |
| $4 \times 10^6$ | 61.25%                   |                   | B |   |
| Témoin          | 0%                       |                   |   | C |

A partir de nos résultats, nous constatons que les larves de *C. capitata* traitées par contact, sont influencées par les suspensions de *P. roqueforti*. Ceci est marqué par une augmentation du taux de larves mortes ( $P=9.55 \times 10^{-7}$ ) et une baisse des taux des pupes issues des larves traitées par rapport aux larves témoins.

Boussa et Sghilani (2014) on constaté une diminution du taux de pupes issues des larves L3 traitées avec les deux doses par rapport au témoin avec les valeurs respectives de 81% pour la dose  $2 \times 10^6$  et 85% pour la dose  $3.2 \times 10^6$  contre 95% pour le témoin

Nos résultats illustrent aussi une diminution du taux de pupes issues des larves L3 traitées avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml par rapport au témoin avec les valeurs respectives de 78% pour la dose  $4 \times 10^6$  et 77% pour la dose  $5 \times 10^6$  conidies/ml contre 95% pour le témoin ..

Boussa et Sghilani (2014) on constaté une augmentation du taux de pupes malformées issues des larves L3 traitées avec les deux doses de suspension de *P. roqueforti* ,  $2 \times 10^6$  et  $3.2 \times 10^6$  conidies /ml avec les valeurs respectives à 5% à la dose  $2 \times 10^6$  conidies/ml et un taux de 6,25% à la dose  $3,2 \times 10^6$  conidies/ml.

Pour notre part , nos résultats révèlent une augmentation du taux de pupes malformées issues des larves L3 traitées avec les deux doses de suspension de *P. roqueforti* ,  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies /ml avec les valeurs respectives 61.25% pour la dose  $4 \times 10^6$  conidies/ml et 71.25% pour la dose  $5 \times 10^6$  conidies /ml .

Dans les deux cas, les valeurs se rapprochent ; il ya eu diminution du taux de pupes issues des larves traitées par rapport aux témoins et, une augmentation du taux de pupes malformées issues des larves traitées par rapport aux témoins.

D'après Delmas (1973), pour un même insecte et pour une même souche de champignon, les phénomènes infectieux ont des évolutions différentes en fonction du site tégumentaire contaminé par l'inoculum de spores. Il a évalué la contamination ponctuelle de larves de 3 ème stade de *Melolontha melolontha* par  $1 \times 10^6$  conidies/ml de *Beauveria tenella* au niveau du labium, du 1 er tergite thoracique, du 2ème segment thoracique, du 7ème tergite

## Résultats et Discussions

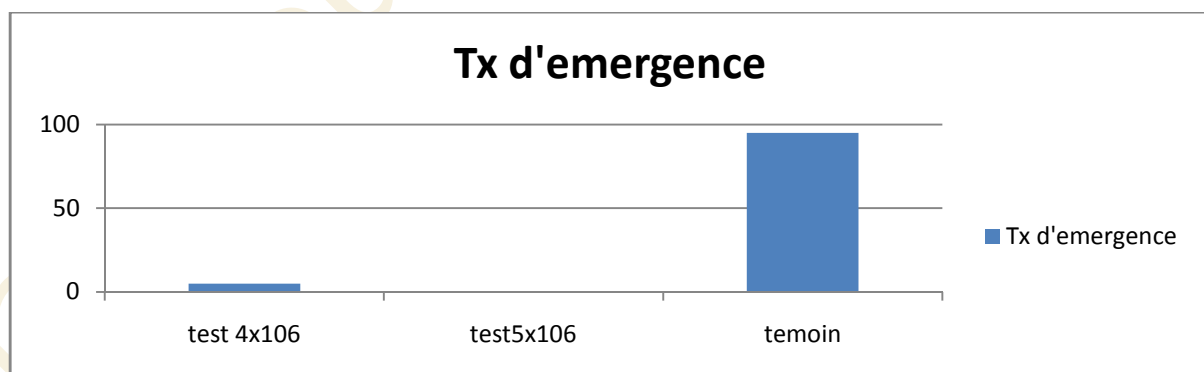
abdominal, du tergite du telson et enfin de la région anale. Le développement de la mycose est le plus élevé d'une façon significative après la contamination du labium.

Nos résultats s'accordent avec ceux de Gutiérrez et *al.* (2000), qui ont rapporté que *Metarhizium.anisopliae* est pathogène pour le 3<sup>ème</sup> stade larvaire de *C. capitata*. Ils ne s'accordent avec ceux Dimbi et *al.*, (2003), ni avec ceux de Mochi et *al.* (2006) qui ont constaté l'absence d'effet de *Metarhizium anisopliae* sur les larves de 3<sup>ème</sup> stade de *C. capitata* avec un taux de 97,5% de larves traitées transformées en pupes par rapport aux larves témoin. De même, ils ne s'accordent pas avec ceux de et de Toledo et *al.* (2006) qui n'ont observé aucun effet des champignons *B. bassiana* et *M.anisopliae* contre les larves de 3<sup>ème</sup> stade de la cératite.

Ferron (1967) a signalé qu'une dose de  $1 \times 10^4$  conidies/ml de *Metarhizium anisopliae* provoque 100% de mortalité au bout de 21 jours chez les larves d'*Oryctes monoceros* (Coleoptera : Scarabaeidae). Le même auteur ajoute que l'originalité de l'équipement enzymatique des champignons entomopathogènes tient plus aux systèmes susceptibles d'attaquer le complexe chitine-protéine du tégument.

### II-2-Taux d'émergence des pupes issues des larves traitées par contact avec les deux doses de suspension des conidies de *P. roqueforti*

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe11 et illustrés par la Figure27, nous constatons que dans le témoin, il ya eu un taux d'émergence de l'ordre de 95%, par contre dans le cas des tests de traitement des larves avec les deux doses des conidies de *P.roqueforti*, nous avons obtenu un taux d'émergence des pupes de l'ordre de 4.95% et 0% respectivement.



**Figure27:** Taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec les deux doses de suspension des conidies de *P. roqueforti*

L'analyse de la variance au seuil de 5% (Tableau21) nous révèle qu'il ya une différence très hautement significative entre le Taux d'émergence des pupes issues des larves

## Résultats et Discussions

traitées avec les deux doses de suspension des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins avec une Pvalue =  $1.983 \times 10^{-13}$ .

**Tableau 21 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins

| Facteurs   | DDL | SCE     | CM      | TEST F | Pr                      |
|------------|-----|---------|---------|--------|-------------------------|
| Emergence  | 2   | 22876.3 | 11438.2 | 2987.8 | $1.983 \times 10^{-13}$ |
| Residuelle | 9   | 34.5    | 3.8     |        |                         |

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 22), nous a révélé trois groupes homogènes. Le groupe A pour le témoin, le groupe B pour les pupes émergées issues des larves traitées avec la dose  $4 \times 10^6$  C/ml de *P. roqueforti*, et enfin , le groupe C pour les pupes émergées issues des larves traitées avec la dose  $5 \times 10^6$  C/ml.

**Tableau 22 :** Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées avec des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins

| Facteurs        | Taux d'émergence | Groupes homogènes |   |   |
|-----------------|------------------|-------------------|---|---|
| Témoin          | 95%              | A                 |   |   |
| $4 \times 10^6$ | 4.958%           |                   | B |   |
| $5 \times 10^6$ | 0                |                   |   | C |

Boussaa et Sghilani (2014) ont montré que le taux d'émergence des pupes issues de larves traitées avec  $2 \times 10^6$  conidies/ml est de l'ordre de 53% et il est de l'ordre de 55% pour la dose  $3,2 \times 10^6$  conidies/ml, contrairement au témoin avec un taux noté de 80%.

Nous constatons, d'après nos résultats , un taux d'émergence d'adultes de *C.capitata* de l'ordre de 4.95% pour la dose  $4 \times 10^6$  conidies/ml et un taux de 0% d'émergence d'adulte de *C.capitata* pour la dose  $5 \times 10^6$  conidies/ml ,comparativement au témoins qui présente un taux d'émergence de l'ordre de 95% .

La dose que nous avons employé semble être suffisante pour l'obtention d'un effet très efficace par contact ( $P=1.983 \times 10^{-13}$ ).

Les conidies appliquées en suspension sur la surface des larves ont probablement renforcé le contact des larves et des pupes - champignons, favorisant une adhérence plus importante des conidies au tégument et le développement éventuel du processus infectieux. Ce processus a abouti à la diminution du taux d'émergence chez les pupes traitées par rapport au témoin.

La diminution du taux d'émergence des adultes, observée en présence des conidies de *P.roqueforti*, pourrait être due à la réaction des larves aux champignons avant l'entrée en

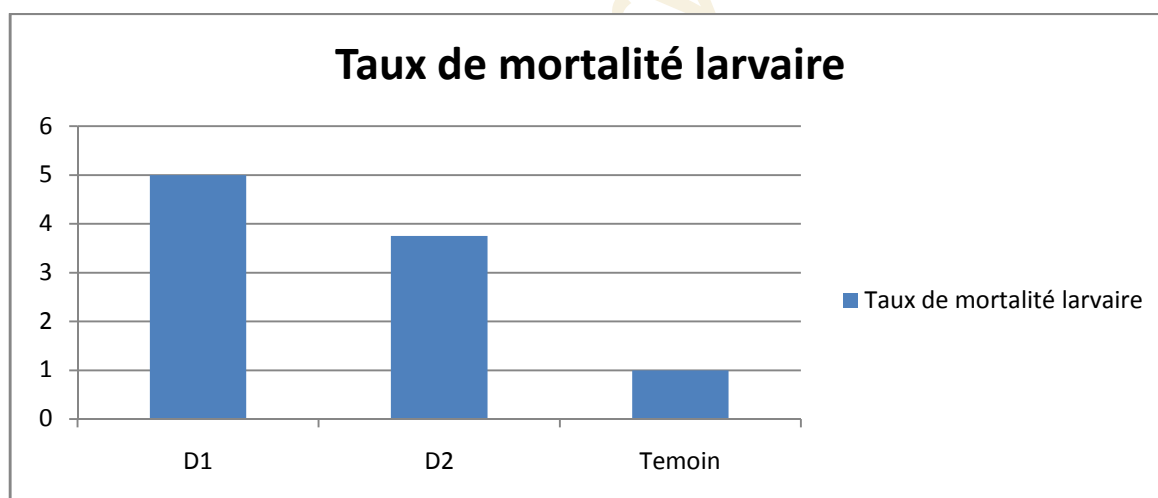
## Résultats et Discussions

pupaison. Selon Ferron et *al.* (1975), les larves ont été probablement contaminées par les conidies à la nymphose, les conidies ayant déjà germé et commencé le processus infectieux qui a conduit à la mort des nymphes.

Il est habituellement admis que la formation des pupes consécutive aux mues pouvait assurer une protection des insectes contre l'infection par les champignons. Zacharuk (1973) et Fargues et Vey (1974) ont analysé, plus en détail, les processus pathologiques au cours de cette phase particulière et ont démontré que, dans certains cas, l'infection pouvait être au contraire favorisée par certains facteurs enzymatique du champignon entomo-pathogène qui s'attaque au complexe chitino-protéinique qui compose la puppe de l'insecte.

### II-3-Taux de mortalité larvaire après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de *P. roqueforti*.

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe12 et illustrés par la Figure28, nous constatons que dans le témoin, un taux de 1% de larves mortes est observé. Par contre, dans le test de traitement des larves par contact d'un sol traité avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies de *P. roqueforti*, nous avons obtenu un taux de mortalité larvaire de l'ordre de 5% et 3.75% respectivement pour les deux doses.



**Figure28 :** Taux de mortalité larvaire après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de *P. roqueforti*.

L'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 23), révèle qu'il n'y a pas une différence significative entre le taux de larves mortes et les larves témoins ( $P = 0.3323$ ).

**Tableau 23 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux larves mortes après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec deux doses des conidies de *P. roqueforti* et les larves témoins

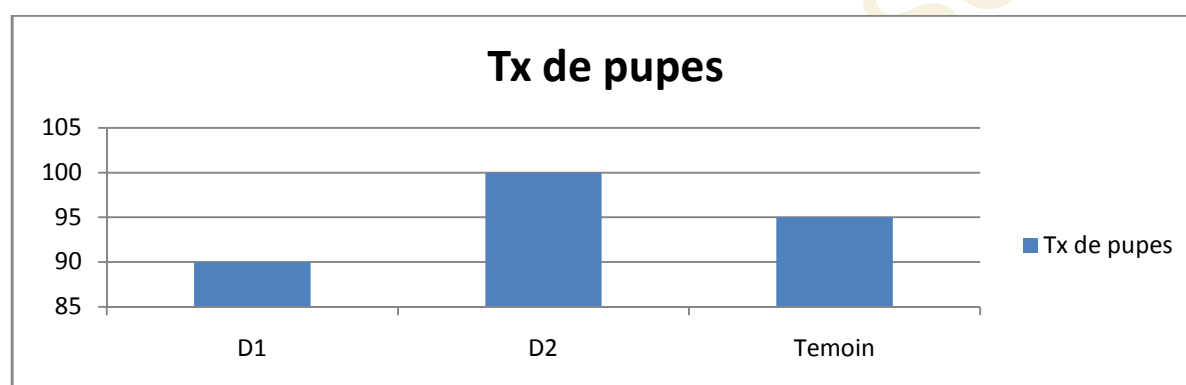
## Résultats et Discussions

| Facteurs      | DDL | SCE    | CM     | TEST F | Pr     |
|---------------|-----|--------|--------|--------|--------|
| Larves mortes | 2   | 33.50  | 16.750 | 1.2484 | 0.3323 |
| residuelle    | 9   | 120.75 | 13.417 |        |        |

### II-4-Taux de larves transformées en pupes par contact d'un sol traité, avec des conidies de *P.roqueforti*

#### II-4-1-Taux de pupaison

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe13 et illustrés par la Figure29, nous constatons que 95% des larves issues du témoin se sont enpupées au bout de 24h. Par contre, dans le test de traitement des larves avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$ , nous avons obtenu un taux de pupaison de l'ordre de 90% et 100% respectivement.



**Figure29 :** Taux de larves transformées en pupes traitées par contact d'un sol traité, avec deux doses des conidies de *P.roqueforti*

L'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 24), révèle qu'il n'y a pas une différence significative entre le taux de larves transformées en pupes après 24 de traitement par contact d'un sol traité avec deux suspensions de *P. roqueforti* et les larves témoins ( $P = 0.8563$ ).

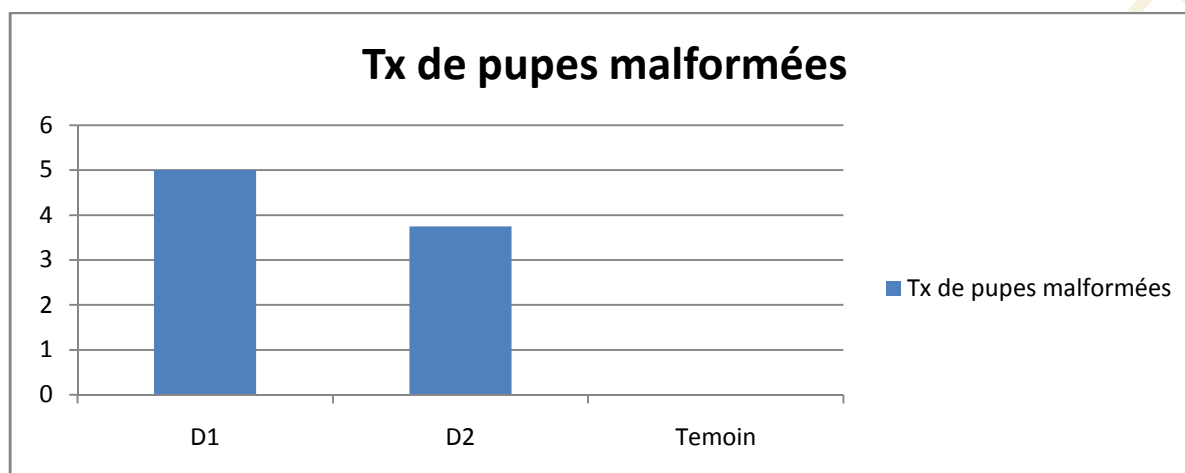
**Tableau 24 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux larves transformées en pupes après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins.

| Facteurs   | DDL | SCE     | CM      | TEST F | Pr     |
|------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| pupaison   | 2   | 4.167   | 2.0833  | 0.1579 | 0.8563 |
| residuelle | 9   | 118.750 | 13.1944 |        |        |

## Résultats et Discussions

### II-4-2-Taux de pupes mal formées après 24h de traitement des larves avec des conidies de *P.roqueforti*

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe14 et illustrés par la Figure30, nous constatons que le témoin ne présente pas de pupes malformées. Par contre ,dans le test de traitement des larves avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$ , nous avons obtenu un taux de pupes malformées de l'ordre de 5% et 3.75% respectivement.



**Figure30:** Taux de pupes mal formées issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de *P. roqueforti*

L'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 25), révèle qu'il n'y a pas une différence significative entre le taux de pupes malformées issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec deux suspensions de *P. roqueforti* et les larves témoins ( $P=0.1843$ ).

**Tableau 25 :** Résultats du test de la variance au seuil de 5% pour le taux de pupes malformées issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins.

|                  | DDL | SCE     | CM     | TEST F | Pr     |
|------------------|-----|---------|--------|--------|--------|
| Pupes malformées | 2   | 54.167  | 27.083 | 2.0526 | 0.1843 |
| Residuelle       | 9   | 118.750 | 13.194 |        |        |

D'après nos résultats, nous constatons que les larves de *C. capitata* traitées par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de *P.roqueforti*, ne sont pas influencées par les suspensions de *P. roqueforti*. Ceci est marqué par une légère augmentation de larves mortes ( $P=0.3323$ ) et presque une égalité des taux des pupes issues des larves traitées par rapport aux larves témoins.

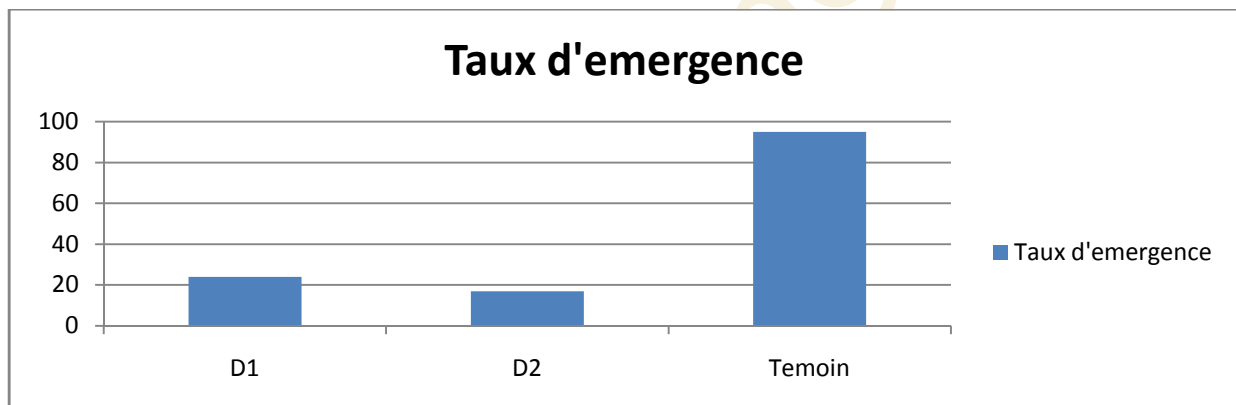
## Résultats et Discussions

La dose employée semble être insuffisante pour l'obtention d'un effet très efficace par contact ( $P=0.8563$ ) .

Muller-Kogler (1965) a rapporté que l'infection des insectes se fait à des hygrométries basses (40 à 50% HR). Il a supposé que le microclimat au niveau du tégument de l'insecte joue un rôle particulier. Heitor (1962) et Vey et Vago (1967) ont mis en valeur l'importance de la barrière tégumentaire dans le processus infectieux. Selon Ferron (1967), le rejet tégumentaire consécutif aux mues pouvait assurer une protection de l'insecte contre l'infection par les champignons.

### II-5- Taux d'émergence des pupes issues des larves mises en contact sol contaminé par les conidies de *P.roqueforti*.

D'après nos résultats présentés dans l'Annexe15 et illustrés par la figure31, nous constatons que le Témoin présente un taux d'émergence de l'ordre de 95%. Par contre, dans le cas des tests de traitement des larves avec les deux doses  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$ , nous avons obtenu un taux d'émergence des pupes l'ordre de 23.92% et 16.99% respectivement pour les deux doses .



**Figure31 :** Taux d'émergence des pupes issues des larves mises dans le sol contaminé par les conidies de *P.roqueforti*

L'analyse de la variance au seuil de 5% (tableau 26), révèle qu'il y a une différence très hautement significative entre le taux de pupes émergées issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec les deux doses de suspensions de *P. roqueforti* et les larves témoins ( $P = 2.895e-08$  \*\*\*)

**Tableau 26 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le taux d'émergence des pupes issues des larves traitées par contact d'un sol traité avec les deux doses des conidies de *P. roqueforti* et les pupes issues des larves témoins

| Facteurs   | DDL | SCE     | CM     | TEST F               | Pr                 |
|------------|-----|---------|--------|----------------------|--------------------|
| Emergences | 2   | 14913.6 | 7456.8 | $208.51 \times 10^8$ | $2.895e-08$<br>*** |
| Residuelle | 9   | 321.9   | 35.8   |                      |                    |

## Résultats et Discussions

Le test de student Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 27) nous a révélé deux groupes homogènes. Le groupe A pour le témoin, le groupe B pour les pupes émergées issues des larves traitées avec la dose  $4 \times 10^6$  C /ml de *P. roqueforti* et le groupe C pour les pupes émergées issues des larves traitées avec la dose  $5 \times 10^6$  C/ml.

**Tableau 27:** Test de Student Newman et Keuls au seuil de 5% pour le taux d'émergence.

| Facteurs        | Taux d'émergence | Groupes homogènes |   |
|-----------------|------------------|-------------------|---|
| Témoin          | 95%              | A                 |   |
| $4 \times 10^6$ | 23.92%           |                   | B |
| $5 \times 10^6$ | 16.99%           |                   | B |

D'après nos résultats, les taux d'émergence obtenus à partir des larves mises en contact d'un sol traité chacun avec une dose de suspension de 10 ml de conidies de *P. roqueforti*, sont de l'ordre de 16.99% pour la dose  $4 \times 10^6$  et de l'ordre de 23.92% pour la dose  $5 \times 10^6$ , contrairement au témoin qui présente 95% d'émergence des pupes.

Les résultats de Boussaa et Sghilani (2014) montrent que le taux d'émergence des pupes issues de larves traitées avec  $2 \times 10^6$  conidies/ml est de 53%, et il est de 55% pour la dose  $3,2 \times 10^6$  conidies/ml. Par contre, dans le témoin, nous avons noté 80% comme taux d'émergence chez les pupes issues des larves traitées avec de l'eau distillée. Ces résultats ne sont pas loin de ceux de Dinalva et al. (2006) qui ont montré que l'effet de *M. anisopliae* sur les pupes de la cératite fait apparaître un taux d'émergence de l'ordre 12,7% sur les pupes traitées contre un témoin qui a donné 85,5%.

Mar et Lumyong (2012) ont montré aussi que des pupes de *C. capitata* mises dans un sol traité avec le champignon *Bactrocera spp* ont donné 10% d'émergence contre 90% pour le témoin.

Selon Castillo(2000), ces résultats peuvent être influencés par les conditions environnementales (température et humidité...etc) qui agissent sur la germination des spores de *P. roqueforti*.

L'influence des conditions climatiques sur des mycoses d'insectes a été évoquée à maintes fois (Macleod et al., 1966 ; Stambaugh, 1970 Moore ; 1973Dinalva et al., 2006 et Hasan, 2014). Ferron et al. (1975) signalent que l'humidité relative est également souvent évoquée comme un facteur déterminant dans le succès de l'infection. Ils ont admis en général que les spores de champignons pathogènes ne peuvent germer qu'en présence d'un film d'eau liquide ou d'une atmosphère saturée en eau.

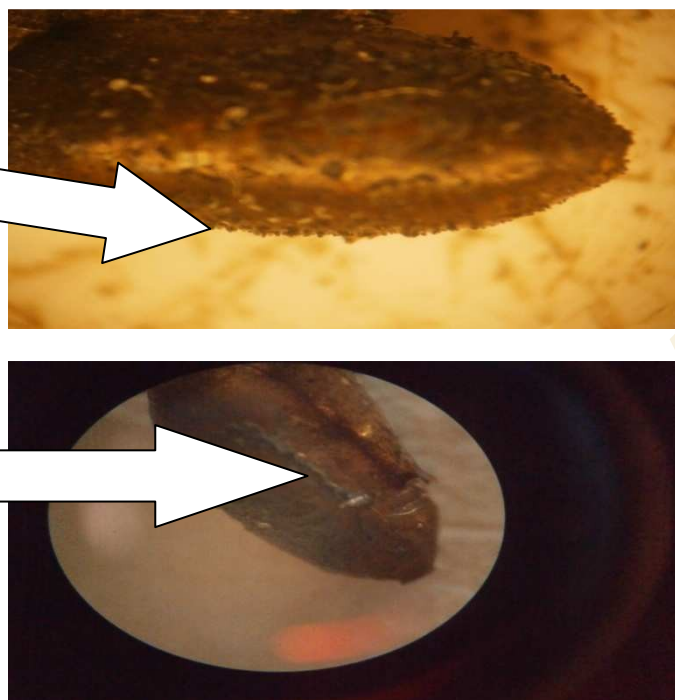
### II-5- Développement de *P. roqueforti* sur les pupes de *C.capitata* post-mortem .

Après la mort de l'hôte, *Penicillium roqueforti* poursuit son développement en saprophyte et en colonisant les différents tissus. Après envahissement complet de la pupa

## Résultats et Discussions

morte, transformée en momie, le développement ultérieur de *P. roqueforti* est conditionné par l'humidité ambiante. C'est pour cela que nous avons mis les pupes non émergées dans des boîtes de Pétri qui contiennent un papier filtre humide afin d'avoir une humidité élevée. Le mycélium, après avoir à nouveau , traversé le tégument mais, cette fois ,de l'intérieur vers l'extérieur, ce dernier croît en surface pour former des conidiophores . (Figure32).

Selon Praserthon et Tanada (1968), l'agent entomopathogène pourrait alors se conserver sous forme de chlamydospores. Étant donné que le champignon se multiplie sur ou à l'intérieur de la pupa morte, nous pouvons considérer que chaque pupa tuée par la mycose est un foyer potentiel d'infection susceptible de maintenir l'inoculum pathogène dans la biocénose considérée d'une génération à la suivante, ou d'une année à l'autre.



**Figure 32 :** Développement post-mortem de *P. roqueforti* observé sur certaines pupes mortes sous l'effet de l'action de l'activité entomopathogénique de *P. roqueforti* (Originale, 2015).

## Conclusion générale

---

Notre étude vise à chercher des méthodes de lutte culturale et biologique pouvant réduire l'effectif de *C. capitata*, en identifiant les variétés fruitières résistantes à l'infestation, et l'estimation de l'efficacité du champignon *Penicillium roqueforti* contre les larves de cet insecte. Nous déduisons de notre étude, que la citron variété Eureka est la variété la plus résistante à l'infestation de la cératite. Par contre les variétés les plus sensibles sont la Redhaven, la Clémentine ordinaire, le figuier Achetoui et la Thomson.

A partir des résultats obtenus sur l'estimation de l'infestation des variétés fruitières étudiées, nous constatons que la variété Clémentine ordinaire, le figuier Achetoui, le Pécher Redhaven et l'oranger Thomson sont les variétés les plus piquées. Par contre, la variété de citron Eureka est la moins piquée. Ceci nous fit penser que le volume et la teneur en sucres réducteurs des fruits sont parmi les facteurs qui attirent la cératite et que la forte acidité du fruit conduit à l'avortement des œufs.

En revanche, cet insecte ne manifeste aucune préférence particulière pour les expositions cardinales et le centre de l'arbre pour piquer les fruits.

Quant aux paramètres biologiques de *C. capitata*, nous constatons l'absence de larves chez les variétés d'agrumes précoces. Seule la variété de pêche Redhaven et la Clémentine ordinaire ont donné des larves. Par ailleurs, le nombre moyen de Larves par fruit est indépendant de l'exposition.

La durée de pupaison enregistrée étant en moyenne de 11 jours, en raison des conditions climatiques qui sont caractérisées par une température basse. Le taux d'émergence des adultes de *C. capitata* ne dépend pas de l'espèce fruitière étudiée.

L'étude préliminaire, que nous avons effectuée au laboratoire sur la lutte biologique, nous a révélé que les larves de 3<sup>ème</sup> stade de *C. capitata* sont affectées par le champignon *P. roqueforti*, aussi bien par contact direct que par contact du sol contaminé

L'intervalle de la température optimale pour la croissance de *P. roqueforti* se situe entre 20 et 28°C. En dehors de ces limites, la croissance mycélienne est ralentie. Le champignon *P. roqueforti* s'adapte au milieu utilisé. Cependant, la composition chimique du milieu de culture agit sur sa sporulation.

L'étude préliminaire que nous avons effectuée au laboratoire sur la lutte biologique nous a révélé que les larves de 3<sup>ème</sup> stade de *C. capitata* sont affectées par le champignon *P. roqueforti*, aussi bien par contact direct que par contact du sol contaminé.

L'intervalle de la température optimale pour la croissance de *P. roqueforti* se situe entre 20 et 28°C. En dehors de ces limites, la croissance mycélienne est ralentie. Le champignon *P. roqueforti* s'adapte au milieu utilisé. Cependant, la composition chimique du milieu de culture agit sur sa sporulation.

## Conclusion générale

---

Des travaux complémentaires doivent se poursuivre afin de mieux évaluer l'influence et le mode d'action de *Penicillium roqueforti* sur la cératite.

Il serait intéressant de tester l'effet des conidies de *P.roqueforti* aux doses  $4.10^6$  et  $5.10^6$  conidies/ml, sur les pupes de *C.capitata* et, éventuellement, tester des doses plus élevées sur les différents stades de développement de *C.capitata*.

Enfin, il faudrait maîtriser parfaitement l'écologie du *Penicillium roqueforti* pour savoir déterminer, comment, où et quand mettre en pratique ce procédé de lutte biologique sur terrain, et de connaître l'impact qu'il pourrait avoir sur l'environnement et de déterminer s'il existe dans le milieu naturel, pour ne pas engendrer des invasions biologiques dont les dégâts pourraient être irréversibles.

En Algérie, nous avons des opportunités très importantes d'utiliser la lutte biologique car les terrains sont vierges, méconnus et non encore pollués. Il y a la présence d'une biodiversité très importante qu'il faudra explorer avant d'exploiter et favoriser la diversité des cultures agricoles car la monoculture favorise les maladies.

## Références bibliographiques

---

- Ali Ahmed- Sadoudi D., 2007:** Bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824 (Diptera: Trypetidae) dans quelques vergers de la Kabylie. Thèse de Doctorat. Uni. MOULOUD MAMMERI. T O. 197p.
- Bachi K., 2011 :** Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits , *ceratitis capitata* (Diptera, Trypetidae). Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes .165p.
- Balachowski A.S., et Mesnil L., 1935 :** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Ed. Busson, (1), Paris. pp: 242-253.
- Bakalor S., 1962a:** Research related to the manufacture of blue veined cheese. Part 1. Dairy Sei. Abstr., (24). pp : 529-535.
- Bakalor S., 1962b:** Research related to the manufacture of blue veined cheese. Part II. Dairy sa; Abstr., (25). pp : 583-593.
- Bodenheimer F.S., 1951:** Citrus entomology in the Middle East. Ed. Dio. Junk. Den Haag. 663p.
- Bousaa L., et Sghilani S., 2014 :** Etude de l'infestation de quelques variétés fruitières par *Ceratitis capitata* (Diptera ; Tephritidae) dans quelques vergers de Tizi-Ouzou. Essai de lutte biologique au laboratoire. Mémoire de Master .Uni. MOULOUD MAMMERI. T O. 98p.
- Cayrol J. C., Coporalino E., et Mattel P., 1992 :** La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. Courrier de la cellule environnement de l'INRA. (17). Paris, France. *Ceratitis capitata* Wied. Ecol. Entomol. (9). pp : 161-270.
- Cloutier C., 1992 :** Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In Vincent. Coderre. D. (éd.). La lutte biologique. Boucherville (Québec). Gaëtan Morin Éditeur. pp: 19-88
- Delassus M., Brichet J., Balachowsky A. et Lepigne A., 1931:** Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens pratiques de les combattre. Ed. Recher. Agro. Algerie. pp : 53 - 62.
- Delrio G., 1985:** Tephritid pests in citriculture. CEC/Proc. Experts meeting. Acireale; Balkema. Rotterdam. Integrated pest control in citrus. Ed. Recher. Cavaloro and Dimartino. pp: 135-149.
- Duyck P.F., 2005:** Compétitions interspécifique et capacités invasives. Le cas des Tephritidae de l'île de La Réunion Thèse Doctorat en Biologie Animale. Université de la Réunion. 93p.

## Références bibliographiques

---

**Elaini R., 2003:** Contribution au développement des techniques de lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera, Tephritidae) en verger d'agrumes et en post-recolte. These. Ing. en Agronomie, I.A.V. HASSAN II. pp: 4 -17.

**FELLAH H ., 1996 :** Contribution à l'étude de la bio écologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Weideman (Diptera : Tephritidae) sur fruit d'été. Memoire de fin de cycle spécialité de l'INAT .Établissement d'Enseignement Supérieur Agronomique, Tunis.

**Feron M., 1962 :** L'instinct de reproduction chez la mouche mediterraneenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. Rev. Pathol veget. Entomol. Agri. France. (41). pp: 1-129.

**Ferron P., (1967):** Études en laboratoire des conditions écologiques favorisant le développement de la mycose à *Beauverria tenella* du ver blanc *entomophaga*. (12). pp : 257-293.

**Ferron P., 1970 :** Orientation de la sensibilité des larves de *Melolontha melolontha* L. (Coleoptera : Scarabaeidae) à *Beauveria tenella* (Delacr). Siemaszko au moyen de quantités réduites de HCH. Coll. Inter. Sur la pathologie des insectes IV. College Park (Maryland). pp : 66-79.

**Ferron P., et Robert P.H., 1975:** Virulence of entomopathogenic fungi (Fungi imperfecti) fort adults of *Acanthoscelide obtectus* (coleoptera , Bruchidae) J. Invert. Pathol. pp : 168-192.

**Filippi J.B., 2003 :** Une architecture logicielle pour la multi-modélisation et la simulation a événements discrets de systèmes naturels complexes. Thèse doctorat. Uni. Corse PASQUALE PAOLI. 162 p.

**Fraval A., et Silvy C., 1999 :** Lutte biologique. Institut National de la Recherche Agronomique - Paris. 60 p.

**Jirkowsky M., et Galgoczy J., 1965:** A magyar teliszalami penesz-gomba-florajanak vizsgalata. *Hussipar*, (14). pp : 106-108.

**Gripon J.C., 1977a :** Le système protéolytique de *Penicillium roqueforti*. IV. Propriétés d'une carboxypeptidase acide. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. (17). pp: 283-298.

**Gripon J.C., 1977b:** Proteolytic system of *Penicillium roqueforti*. V. Purification and properties of an alkaline aminopeptidase. Biochimie.(59). pp : 679-686.

**Gripon J.C., et Hermier J., 1974:** Le système protéolytique de *Penicillium roqueforti*. III. Purification, propriétés et spécificité d'une protéase inhibée par l'EDTA. Biochimie(56). pp: 1323-1333.

## Références bibliographiques

---

**Khoury N., 1998 :** Etude préliminaire de la répartition et de la dynamique des populations de la mouche méditerranéenne des fruits (*C. capitata* Wied.) dans différents biotopes au Liban. Mémoire (D.E.A), Insti de recherche agronomique Libanais-Fanar, 153p.

**Lekchiri A., 1978:** La cératite au Maroc. CEC/IOBC. Symposium. Athens. Ed. R. Cavalloro. pp: 571-576.

**LEKCHIR A.1982:** La cératite au Maroc.CEB/IOBC Symposium Athènes Ed.Cavallero :571-574.

**Loussert R., 1989:** Les agrumes production. Ed. sci. Univ. Liban. (2). 280p.

**Mioulane P., 1996 :** Le truffant : Encyclopédie pratique illustrée du jardin. Ed Bordas. pp : 35-41.

**Moreau C., 1980 :** Le *Penicillium roqueforti*, morphologie, intérêt en industrie fromagère, mycotoxines. Centre National de la Recherche Scientifique. Université de Bretagne Occidentale, France. (60). pp : 254-270.

**Oukil S., 1995:** Effets des insecticides et des radiations ionisantes en relation avec la variabilité (*Diptera : Trypetidae*). Thèse 3ème cycle. Univ. Aix. Marseille III, Fac. Sc. TechSt Jérôme. 138p.

**Praloran G., 1971:** Les agrumes. Techniques agricoles et production tropicale. Ed. Maison neuve et Lanos, Paris. 556p.

**Ronald F.L., et Jayma L., 1992:** Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Department of Entomology. Honolulu, Hawaii. 5p.

**Samson P.R., Milner R.J., et Mc Lennan P.D., 1994:** Field trials of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Inopus rubriceps* (*Diptera: Stratiomyidae*) in sugarcane. Environ. Entomol. (23). pp: 749 -754.

**Stepaniak L., Cierpikowska A., et Habaj B., 1974:** Activité lipolytique des souches de *Penicillium roqueforti* déterminée par une méthode de laboratoire et au cours de fabrication. C.R. · Congo Int. Lait., France. (19). 540 p.

**Tsunoda H., 1970:** Microorganisms which deteriorate stored cereals and grains. In Herzberg M. Toxic microorganisms. pp:143-162.

**Vincent C.H., et Coderre D., 1992 :** La lutte biologique. Edition Gaëtan Morin Montréal. pp : 23-47.

**Weems H., 1981:** Mediterranean fruit *Ceratitis capitata* Wied. (*Diptera: Trypetidae*). Pep. Agric. Cumer, Dir. Plant. Industry. Entomol. Circ. Florida (230). 12p.

## *Références bibliographiques*

---

**Zevaco C., Hermier J., et Gripon J.C., 1973:** Le système protéolytique de *Penicillium roqueforti*. II. Purification et propriétés de la protéase acide. *Biochimie*, (55). pp: 1353-1360.

# Annexes

**Annexe 01 :** Nombre moyen totale de piqûres par fruits selon toutes les variétés confondues.

|            | Nord  | Sud   | Est   | Ouest | Centre | Moyenne |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Thomson    | 0.07  | 0.06  | 0.09  | 0.05  | 0.07   |         |
| Clémentine | 0.07  | 0.18  | 0.06  | 0.04  | 0.02   |         |
| Eureka     | 0.001 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.002  |         |
| Achetoui   | 0.1   | 0.4   | 0.4   | 0.14  | 0.2    |         |
| Redhaven   | 0.12  | 0.28  | 0.18  | 0.17  | 0.15   |         |

**Annexe 02 :** Nombre moyen total de piqures/fruit selon l'exposition

|            | Nord  | Sud   | Est   | Ouest | Centre |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Thomson    | 0.07  | 0.06  | 0.09  | 0.05  | 0.07   |
| Clémentine | 0.07  | 0.18  | 0.06  | 0.04  | 0.02   |
| Eureka     | 0.001 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.002  |
| Achetoui   | 0.1   | 0.4   | 0.4   | 0.14  | 0.2    |
| Redhaven   | 0.12  | 0.28  | 0.18  | 0.17  | 0.15   |
| moyenne    | 0.05  | 0.18  | 0.15  | 0.08  | 0.09   |

**Annexe 03 :** Nombre moyen de piqûres par fruits selon l'exposition pour chaque variété.

## A) La Thomson.

| Arbres | Nord | Sud   | Est  | Ouest | Centre |
|--------|------|-------|------|-------|--------|
| 1      | 0.01 | 0.01  | 0.02 | 0.01  | 0.02   |
| 2      | 0.02 | 0.02  | 0.02 | 0.008 | 0.01   |
| 3      | 0.01 | 0.008 | 0.01 | 0.01  | 0.01   |
| 4      | 0.01 | 0.01  | 0.01 | 0.008 | 0.01   |
| 5      | 0.01 | 0.01  | 0.01 | 0.006 | 0.008  |

## B) La clémentine Ordinaire

| Arbres | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|--------|------|-----|-----|-------|--------|
|--------|------|-----|-----|-------|--------|

## *Annexes*

|          |              |              |             |              |              |
|----------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| <b>1</b> | <b>0,01</b>  | <b>0.03</b>  | <b>0.03</b> | <b>0.01</b>  | <b>0.008</b> |
| <b>2</b> | <b>0,01</b>  | <b>0.03</b>  | <b>0.02</b> | <b>0.01</b>  | <b>0.006</b> |
| <b>3</b> | <b>0,03</b>  | <b>0.02</b>  | <b>0.01</b> | <b>0.008</b> | <b>0.004</b> |
| <b>4</b> | <b>0,01</b>  | <b>0.02</b>  | <b>0.01</b> | <b>0.004</b> | <b>0.006</b> |
| <b>5</b> | <b>0,008</b> | <b>0.004</b> | <b>0.01</b> | <b>0.002</b> | <b>0</b>     |

### **C) La variété Eureka**

| <b>Arbres</b> | <b>Nord</b>  | <b>Sud</b>   | <b>Est</b>   | <b>Ouest</b> | <b>Centre</b> |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1</b>      | <b>0.006</b> | <b>0.004</b> | <b>0.002</b> | <b>0.002</b> | <b>0</b>      |
| <b>2</b>      | <b>0</b>     | <b>0.002</b> | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0.002</b>  |
| <b>3</b>      | <b>0.004</b> | <b>0</b>     | <b>0.002</b> | <b>0.002</b> | <b>0</b>      |
| <b>4</b>      | <b>0</b>     | <b>0.002</b> | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>      |
| <b>5</b>      | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>      |

### **D) La variété Rhedaven**

| <b>Arbres</b> | <b>Nord</b> | <b>Sud</b>  | <b>Est</b>  | <b>Ouest</b> | <b>Centre</b> |
|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>1</b>      | <b>0.03</b> | <b>0.05</b> | <b>0.04</b> | <b>0.05</b>  | <b>0.05</b>   |
| <b>2</b>      | <b>0.02</b> | <b>0.09</b> | <b>0.04</b> | <b>0.03</b>  | <b>0.05</b>   |
| <b>3</b>      | <b>0.03</b> | <b>0.07</b> | <b>0.03</b> | <b>0.04</b>  | <b>0.04</b>   |
| <b>4</b>      | <b>0.02</b> | <b>0.04</b> | <b>0.04</b> | <b>0.04</b>  | <b>0.03</b>   |
| <b>5</b>      | <b>0.01</b> | <b>0.03</b> | <b>0.03</b> | <b>0.02</b>  | <b>0.02</b>   |

# Annexes

**Annexe 04 :** Taux de fruits piqués pour toutes les variétés étudiées.

|                   | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre | moyenne |
|-------------------|------|-----|-----|-------|--------|---------|
| <b>Thomson</b>    | 11   | 7   | 10  | 8     | 6      | 8.4     |
| <b>Clémentine</b> | 16   | 11  | 6   | 13    | 8      | 10.8    |
| <b>Eureka</b>     | 8    | 0   | 0.8 | 0,6   | 0,2    | 0.48    |
| <b>Achetoui</b>   | 4    | 6   | 4   | 3     | 3      | 4       |
| <b>Redhaven</b>   | 4    | 22  | 11  | 1     | 11     | 11.06   |

**Annexe 05 :** Taux de fruits piqués Selon l'exposition pour toutes les variétés étudiées.

|                   | Nord | Sud | Est  | Ouest | Centre |
|-------------------|------|-----|------|-------|--------|
| <b>Thomson</b>    | 11   | 7   | 10   | 8     | 6      |
| <b>Clémentine</b> | 16   | 11  | 6    | 13    | 8      |
| <b>Eureka</b>     | 0,8  | 0   | 0,8  | 0,6   | 0,2    |
| <b>Achetoui</b>   | 4    | 6   | 4    | 3     | 3      |
| <b>Redhaven</b>   | 4    | 22  | 11   | 10    | 11     |
| <b>moyenne</b>    | 7    | 9   | 6.36 | 7     | 5      |

**Annexe 05:** Nombre moyen de pupes par fruit selon les variétés fruitières étudiées

|                   | Nord | Sud  | Est  | Ouest | Centre | moyenne |
|-------------------|------|------|------|-------|--------|---------|
| <b>Thomson</b>    | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0     | 0,002  | 0.02    |
| <b>Clémentine</b> | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,02  | 0,002  | 0.03    |
| <b>Eureka</b>     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0      | 0       |
| <b>Achetoui</b>   | 0    | 0,03 | 0,05 | 0     | 0      | 0.02    |
| <b>Redhaven</b>   | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03  | 0,03   | 0.03    |

# Annexes

**Annexe 06:** Nombre moyen de pupes par fruit selon l'exposition pour toutes les variétés fruitières étudiées

|            | Nord | Sud  | Est  | Ouest | Centre |
|------------|------|------|------|-------|--------|
| Thomson    | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0     | 0,002  |
| Clémentine | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,02  | 0,002  |
| Eureka     | 0    | 0    | 0    | 0     | 0      |
| Achetoui   | 0    | 0,03 | 0,05 | 0     | 0      |
| Redhaven   | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03  | 0,03   |
| Moyenne    | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02  | 0.007  |

**Annexe 07:** Taux d'émergence des adultes selon la variété.

## a) Thomson

|                  | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|------------------|------|-----|-----|-------|--------|
| Sommes des pupes | 13   | 12  | 15  | 0     | 1      |
| Somme émergées   | 13   | 12  | 13  | 0     | 1      |

## b) Clémentine

|                 | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|-----------------|------|-----|-----|-------|--------|
| Somme des pupes | 30   | 17  | 05  | 10    | 1      |
| Sommes émergées | 25   | 17  | 4   | 10    | 1      |

## c) Eureka

|                 | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|-----------------|------|-----|-----|-------|--------|
| Somme des pupes | 0    | 0   | 0   | 0     | 0      |
| Sommes émergées | 0    | 0   | 0   | 0     | 0      |

# Annexes

## d) Achetoui

|                 | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|-----------------|------|-----|-----|-------|--------|
| Somme des pupes | 0    | 15  | 20  | 0     | 0      |
| Sommes émergées | 0    | 15  | 19  | 0     | 0      |

## e) Redhaven

|                 | Nord | Sud | Est | Ouest | Centre |
|-----------------|------|-----|-----|-------|--------|
| Somme des pupes | 16   | 16  | 16  | 15    | 16     |
| Sommes émergées | 14   | 16  | 15  | 14    | 16     |

**Annexe 08 :** Résultats du taux des larves mortes traitées par contact avec *P. roqueforti* après 24h de traitement après 4 répétitions.

| Répétition | 4 x 10 <sup>6</sup> conidies/ml | 5x 10 <sup>6</sup> conidies/ml |
|------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1          | 10%                             | 20%                            |
| 2          | 10%                             | 25%                            |
| 3          | 15%                             | 20%                            |
| 4          | 10%                             | 20%                            |

**Annexe 09 :** Résultats du taux de larves traitées par contact transformées en pupes selon les deux doses de suspension *P. roqueforti* après 4 répétitions.

| Répétition | 4 x 10 <sup>6</sup> conidies/ml | 5 x 10 <sup>6</sup> conidies/ml |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 70%                             | 80%                             |
| 2          | 70%                             | 75%                             |
| 3          | 80%                             | 80%                             |
| 4          | 90%                             | 80%                             |

**Annexe 10 :** Résultats Du Taux De Pupes Mal Formées Issues Des Larves Traitées par contact Avec *P. Roqueforti* Après 4 Répétitions.

| Répétition | 4 x 10 <sup>6</sup> conidies/ml | 5 x 10 <sup>6</sup> conidies/ml |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 55%                             | 75%                             |
| 2          | 60%                             | 65%                             |
| 3          | 60%                             | 70%                             |
| 4          | 70%                             | 75%                             |

# Annexes

**Annexe 11 :** Taux d'émergence des pupes issue des larves traitées par contact avec les conidies de *P. roqueforti* selon les deux doses de  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml après 4 répétitions.

| Répétition | $4 \times 10^6$ conidies/ml | $5 \times 10^6$ conidies/ml |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 7.14%                       | 0%                          |
| 2          | 7.14%                       | 0%                          |
| 3          | 0%                          | 0%                          |
| 4          | 5.55                        | 0%                          |

**Annexe 12 :** Résultats du taux de mortalité larvaire après 24h de traitement par contact d'un sol traité avec des conidies de *P. roqueforti* après 4 répétitions.

| Répétition | $4 \times 10^6$ conidies/ml | $5 \times 10^6$ conidies/ml |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 5%                          | 5%                          |
| 2          | 0%                          | 0%                          |
| 3          | 5%                          | 10%                         |
| 4          | 10%                         | 0%                          |

**Annexe 13:** Résultats du taux de larves transformées en pupes traitées par contact d'un sol traité, avec deux doses de *P.roqueforti* après 4 répétitions.

| Répétition | $4 \times 10^6$ conidies/ml | $5 \times 10^6$ conidies/ml |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 95%                         | 95%                         |
| 2          | 100%                        | 100%                        |
| 3          | 95%                         | 90                          |
| 4          | 90%                         | 100%                        |

**Annexe 14:** Résultats Du Taux De Pupes Mal Formées issues des larves du test par contact du sol traité Avec *P. Roqueforti* Après 4 Répétitions

| Répétition | $4 \times 10^6$ conidies/ml | $5 \times 10^6$ conidies/ml |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 35%                         | 45%                         |
| 2          | 45%                         | 55%                         |
| 3          | 35%                         | 50%                         |
| 4          | 40%                         | 50                          |

## Annexes

---

**Annexe 15 :** Taux d'émergence des pupes issue des larves du test par contact du sol traité avec les conidies de *P. roqueforti* selon les deux doses de  $4 \times 10^6$  et  $5 \times 10^6$  conidies/ml après 4 répétitions

| Répétition | $4 \times 10^6$ conidies/ml | $5 \times 10^6$ conidies/ml |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1          | 21.05%                      | 26.31                       |
| 2          | 15%                         | 15%                         |
| 3          | 26.31%                      | 16.66%                      |
| 4          | 33.33%                      | 10%                         |

## Résumés

---

De tous les insectes ravageurs menaçant l'arboriculture fruitière, *Ceratitis capitata* (Wied, 1824) est l'un des plus importants ravageurs pouvant infester les vergers. Plusieurs méthodes de lutte sont préconisées outre la lutte chimique. Notre présente études porte sur la recherche des moyens de lutte culturaux et ou biologiques capables de réduire les populations de ce déprédateur en recherchant les variétés de figuiers (Achetoui) et d'agrumes (Thomson, clémentine et eurêka) résistantes à l'infestation par *C.capitata*. L'estimation de l'infestation de ces variétés citées ci-dessous en fonction du nombre de piqures par fruits montre que la variété de pêche Redhaven et du figuier Achetoui sont les variétés les plus infestées, contrairement aux autres variétés étudiées. Pour ce qui est de la biologie de la cératite les résultats obtenus montre que la durée de pupaison ne varie pas de façon significative selon la variété, .La variété la plus résistante selon l'estimation du nombre de pupes, de piqures par fruit et du taux d'émergence se révèle être le Citronnier Eureka. Les résultats du test biologique avec le *P.roquforti* nous ont révélés des résultats intéressants pour les deux tests par contact et par contact d'un sol traité, jusqu'à avoir 100% de mortalité pour le test par contact.

Mots clefs : Émergence : Sortie d'adulte, Cératite : Mouche méditerranéenne d'agrumes, Pupa : chrysalide, *Penicillium roqueforti* : Champignon entomopatogène.

Of all insect pests threatening fruit growing, *Ceratitis capitata* (Wied, 1824) is one of the most important pests that can infest orchards. Several control methods are recommended besides the fight chimique .Ma present study focuses on the search for ways of farming or biological struggle and can reduce populations of this pest by finding varieties of fig trees (Achetoui) and citrus (Thomson, clementine and Eureka) resistant to infestation *C.capitata*. The estimation of the infestation of these varieties mentioned below based on the number of bites by fruit shows that the variety of fishing and Redhaven Achetoui fig tree are the most infested varieties, unlike other varieties studied .. In which is the biology of the fruit fly results show that pupation time does not vary significantly depending on the variety, the more resistant variety .The according to the estimate of the number of pupae per fruit bites and rates emergence proves to be the Eureka Lemon. The results of the biological test with *P.roquforti* have revealed to us some interesting results for both tests by contact and contact with soil treated, until you have 100% mortality for the test by contact.

Keywords: Emergence: adult Output, Mediterranean fruit fly: Mediterranean Fly citrus, Pupa: chrysalis, *Penicillium roqueforti*: Mushroom entomopatogène.