

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Option : Entomologie appliquée et préservation des milieux naturels

THEME

Effets des extraits de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional, sur trois stades de développement (œuf, L1 et adulte) d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae)

Présenté par **KORICHI-ALMI Afifa**

Soutenu publiquement le : 05/05//2016

Devant le jury

Présidente	OULD EL HADJ-KHELIL A.	Pr. (Univ. Ouargla)
Encadreur	BISSATI-BOUAFIA S.	Pr. (Univ. Ouargla)
Examineurs	IDDER M. A.	Maitre de conférences A (Univ. Ouargla)
	SEKOUR M.	Maitre de conférences A (Univ. Ouargla)

Année universitaire 2015/2016

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, je voudrais tout d'abord remercier très chaleureusement mon encadreur Mme S. BISSATI, Professeur à l'université Kasdi Merbah, Ouargla. Malgré ses multiples responsabilités et occupations, elle a mis minutieusement, ses remarques et corrections tout au long de ce document. Son sens de travail méthodique, ses conseils, suggestions et remarques pertinents m'ont toujours poussée à mieux faire.

Il m'est très agréable de remercier également Mr. K. BENSALAH, docteur chercheur au Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (C.R.S.T.R.A.) à Biskra. Sa contribution, ses orientations et sa disponibilité m'ont été très bénéfiques. Il n'a pas cessé de m'encourager, puisse-t-il trouver ici, toute ma reconnaissance et entière gratitude de ma part.

J'éprouve une grande gratitude envers Messieurs les membres de jury pour l'intérêt qu'ils prêtent à juger ce travail.

Je remercie, Mme A. OULD EL HADJ-KHELIL, professeur à l'université d'Ouargla, qui me fait l'honneur de présider ce jury.

Je remercie également, Dr. M. A IDDER, Maître de conférences à l'université d'Ouargla, d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Ses orientations, conseils et expérience m'ont été d'une grande utilité.

Je remercie vivement Dr. M. SEKOUR, Maître de conférences à l'université d'Ouargla, d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Mes sincères remerciements au Pr. A. CHEHMA Directeur du laboratoire " Bio-ressources sahariennes, préservation et valorisation" ainsi que toute son équipe pour m'avoir accueillie et permis d'effectuer mes manipulations. De même que Mme N. MEFTAH-ALLOUI trouve ici, la preuve de mon profond respect pour m'avoir facilité la tâche dans le laboratoire de chimie analytique.

Je souhaite également adresser mes sincères remerciements à toute l'équipe de la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V.) à Biskra et en particulier Mr. S. NADJI Directeur de la station et Mr. N. BOUBAKER chef de service. Ils ont mis à ma disposition à tout moment, les moyens matériels et humains pour réaliser mon expérimentation.

Je remercie également Dr. M.S. MEHAOUA de l'université de Biskra qui a bien voulu partager son expérience sur les traitements de la pyrale des dattes par des biopesticides, ses précieux conseils pratiques et sa disponibilité.

Mr. KEMASSI A. maître de conférences au département de Biologie à l'université de Ghardaïa et Mlle. BOUZIANE N. sont remerciés pour leurs conseils et orientations.

Un remerciement particulier à Mr. A. EDDOUD ainsi qu'à Mr. M.E. BELAROUSSI, qui m'ont apporté des appuis solides en traitement statistiques des données, pour leur disponibilité et encouragements.

Je n'oublierai pas mes fidèles amis et anciens camarades Mlle. A. HANNANI et Mr. A. SEBIHI pour leurs encouragements, soutien et aide à la collecte des plantes. Que Mr. D. GOUSMI qui a bien voulu mettre à ma disposition toute la documentation nécessaire en sa possession soit sûr de ma reconnaissance.

Que Mr. le Directeur des services agricoles d'Ouargla, mes collègues du service d'inspection phytosanitaire et vétérinaire et tout le personnel de la Direction soient remerciés pour leur aide et soutien moral.

Je remercie bien évidemment, tous les agents des bibliothèques à l'université d'Ouargla, de l'E.N.S.A. d'El-Harrach ainsi que du C.R.S.T.R.A. et de l'université de Biskra.

A tous ceux et celles qui ont participé à ce travail et que j'ai omis de citer, trouvent ici l'expression de ma haute considération.

Liste des photos

N°	Titre	Page
1-	Accouplement chez <i>E. ceratoniae</i>	7
2-	Femelle d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> en position d'appelle.....	8
3-	- Oeufs en amas	9
4-	- Oeufs dispersés.....	9
5-	- Oeufs sur datte.....	9
6-	Enveloppe d'œuf après éclosion	9
7-	Oeufs fertiles.....	9
8-	Néonate de premier jour.....	10
9-	Larve de premier stade	10
10-	Larve d' <i>E. ceratoniae</i>	10
11-	Pattes et pseudopodes de la larve d' <i>E. ceratoniae</i>	10
12-	Chrysalide entourée par un fourreau de soie.....	12
13-	Stade nymphale face ventrale	12

14-	Stade nymphale face ventrale	12
15-	Chrysalide sur datte.....	12
16-	Enveloppe de chrysalide à l'intérieur de la datte après émergence de l'imago.....	12
17-	Trompe chez <i>E.ceratoniae</i>	13
18-	Yeux composés chez l' <i>E. ceratoniae</i>	13
19-	<i>Cleome arabica</i> à Oued Ain Lossaïg (région de Ghardaia)	26
20-	Fruits (gousses) de <i>Cleome arabica</i>	26
21-	<i>Ephedra alata</i> à Afrane ou F'rane (région d'Ouargla)	27
22-	<i>Pergularia tomentoza</i> à Oued Metlili (région de Ghardaïa)	27
23-	Fruit de <i>Pergularia tomentoza</i>	28
24-	Broyeur électrique	29
25-	Agitateur magnétique.....	29
26-	Rotavapor	29
27-	Loupe binoculaire.....	30
28-	Source de lumière froide	30
29-	Cages à émergence	30

30-	Bocal pour traitement des adultes	30
31-	Cages d'émergence.....	35
32-	Bacs en plastique placés en étagement	35
33-	Boîtes de Pétri accueillant des œufs destinés aux traitements	36
34-	Emergence des papillons dans des bocaux avec milieu nutritif	36
35-	Nervation de l'aile antérieure.....	40
36-	Nervures de l'aile antérieure.....	41
37-	Nervures de l'aile postérieure	41
38-	Modification de l'aspect d'un œuf après traitement par l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i>	47
39-	Dessèchement des œufs sous l'effet de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i>	47
40-	Œuf fertile normal et un autre altéré sous l'effet l'extrait éthanolique de <i>P.tomentosa</i>	47
41-	Œufs fertiles normaux	47
42-	Œuf altéré sous l'effet de l'extrait éthanolique de de <i>P. tomentosa</i>	48
43-	Larve à l'intérieur de l'œuf avant éclosion à l'état normal	48
44-	larve morte sous l'effet de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> 10%.....	54

45-	larve morte sous l'effet de l'extrait aqueux de <i>P. tomentosa</i> 15%.....	54
46-	larve morte sous l'effet de l'extrait éthanolique de <i>C. arabica</i> 15%.....	58
47-	larve morte sous l'effet de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i> 15%.....	58
48-	larve morte sous l'effet de l'extrait éthanolique d' <i>E. alata</i> 15%.....	59
49-	Adultes d' <i>E. ceratoniae</i> morts après traitement à l'extrait aqueux de <i>C.arabica</i> à la concentration 15%	67
50-	Adulte d' <i>E. ceratoniae</i> mort sous l'effet de l'extrait éthanolique de <i>P.tomentosa</i> (15%).....	70

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1-	Caractéristiques morphologiques des divers stades larvaires de la pyrale des dattes	11
2-	Plantes utilisées contre la pyrale des dattes.	19
3-	Sites de collecte des plantes	31
4-	Analyse de la variance de l'effet plante et temps sur les œufs.....	48
5-	Analyse de la variance de l'effet plante et extrait sur les œufs.....	49
6-	Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les œufs.....	49
7-	Analyse de la variance de l'effet extraits de <i>C. arabica</i> sur les œufs.....	49
8-	Analyse de la variance de l'effet concentrations de <i>C. arabica</i> sur les œufs.....	50
9-	Analyse de la variance de l'effet extrait de <i>P. tomentosa</i> sur les œufs.....	50
10-	Analyse de la variance de l'effet concentration de <i>P. tomentosa</i> sur les œufs....	50
11-	Analyse de la variance de l'effet extrait d' <i>E. alata</i> sur les œufs	51
12-	Analyse de la variance de l'effet concentration de <i>E. alata</i> sur les œufs.....	51
13-	Analyse de la variance de l'effet plante et extrait sur les néonates.....	64

14-	Analyse de la variance de l'effet plante et temps sur les néonates.....	64
15-	Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les néonates.....	64
16-	Analyse de la variance de l'effet plante et de l'effet temps sur les adultes.....	71
17-	Analyse de la variance de l'effet plante et l'effet extrait sur les adultes.....	72
18-	Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les adultes.....	72
19-	TL50 des larves après traitement par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> aux concentrations 5%, 10% et 15%.....	73
20-	TL50 des larves traitées par les extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> aux concentrations 5%, 10% et 15%.....	73
21-	TL50 des adultes traités par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> aux concentrations 5%, 10% et 15%	76
22-	TL50 des larves traitées par les extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> aux concentrations 5%, 10% et 15%	77

Liste des figures

N°	Titre	Page
1-	Cycle biologique d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	14
2-	Protocole de macération à l'éthanol.....	33
3-	Protocole d'extraction aqueuse	34
4-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 5%.....	42
5-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 10%.....	42
6-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 15%.....	43
7-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 5%.....	44
8-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 10%.. ..	44
9-	Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 15%.....	45
10-	Evolution temporelle du taux de mortalité de larves L1 traitées par les extraits aqueux de <i>C.arabica</i> , <i>P. tementosa</i> et <i>E.alata</i> à concentration 5%.....	51

11-	Evolution temporelle du taux de mortalité des larves L1 traitées par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à concentration 10%.	52
12-	Evolution temporel du taux de mortalité des larves L1 traitées par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à concentration 15%.....	52
13-	Effet des extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 5%.....	55
14-	Effet des extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 10%.....	55
15-	Effet des extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 15%.....	56
16-	Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à concentration 5%.....	56
17-	Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à concentration 10%.....	57
18-	Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à concentration 15%.....	57
19-	Effet des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 5%.....	60
20-	Effet des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 10%.....	60

21-	Effet des extraits éthanoliques de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 15%.....	61
22-	Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux à 5% de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i>	65
23-	Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 10%.....	66
24-	Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux de <i>C. arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E. alata</i> à la concentration 15%.....	66
25-	Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits éthanoliques de <i>C.arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E.alata</i> à la concentration 5%.....	68
26	Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits éthanoliques de <i>C.arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E.alata</i> à la concentration 10%.....	68
27-	Evolution du taux de mortalité des adultes traitées par les extraits éthanoliques de <i>C.arabica</i> , <i>P. tomentosa</i> et <i>E.alata</i> à la concentration 15%.	69
28-	Action de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> (15%) sur les larves.....	74
29-	Action de l'extrait éthanolique de <i>C. arabica</i> (10%) sur les larves	74
30-	Action de l'extrait éthanolique de <i>C. arabica</i> (15%) sur les larves	74
31-	Action de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i> (10%) sur les larves.....	75
32-	Action de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i> (15%) sur les larves.....	75

33-	Action de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> (10%) sur les adultes.....	77
34-	Action de l'extrait aqueux de <i>C. arabica</i> (15%) sur les adultes.....	77
35-	Action de l'extrait éthanolique de <i>C. arabica</i> (10%) sur les adultes	78
36-	Action de l'extrait éthanolique de <i>C. arabica</i> (15%) sur les adultes.....	78
37-	Action de l'extrait aqueux de <i>P. tomentosa</i> (10%) sur les adultes.....	78
38-	Action de l'extrait aqueux de <i>P. tomentosa</i> (15%) sur les adultes.....	78
39-	Action de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i> (10%) sur les adultes.....	79
40-	Action de l'extrait éthanolique de <i>P. tomentosa</i> (15%) sur les adultes.....	79

Table des matières

Table des matières

Introduction.....	02
-------------------	----

Chapitre I – Aperçu bibliographique sur <i>Ectomyelois ceratoniae</i>
--

I.1. - Généralités	06
I.2. - Répartition géographique	06
I.3. - Plantes hôtes	06
I.4. - Morphologie et cycle biologique de l'insecte	07
I.4.1. - Fécondation et ponte	07
I.4.2. - Œuf	08
I.4.3. -Larve	10
I.4.4. - Chrysalide	11
I.4.5. - Adulte	13
I.5. - Méthodes de lutte contre <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	15
I.5.1. - Lutte prophylactique	15
I.5.2. - Lutte chimique.....	15
I.5.3. - Lutte alternative	16
A - Lutte par des insectes parasites	16
- <i>Trichogramma</i>	16
- <i>Phanerotoma</i>	17
- Bracon	17
B - Lutte par des mâles stériles (lutte autocide).....	17
C - Lutte par des bio-pesticides	17
	17

C1 - Bactéries	
- <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt).....	18
- <i>Saccharopolyspora spinosa</i>	18
C2- Extraits de plantes	18
- Azadirachtine	18
- Espèces végétales testées	18

Chapitre II.- Matériels et méthodes
--

II.1. - Matériels	21
II.1.1. - Matériel biologique	21
II.1.1.1. - Choix des plantes	21
II.1.1.1.a. - Position taxonomique	22
- <i>Cleome arabica</i>	22
- <i>Ephedra alata</i>	22
- <i>Pergularia tomentosa</i>	22
II.1.1.1.b. - Fiche technique des plantes	23
-Fiche technique de <i>Cleome arabica</i>	23
-Fiche technique d' <i>Ephedra alata</i>	24
- Fiche technique de <i>Pergularia tomentosa</i>	25
II.1.2. - Autres matériels	28
II.1.2.1. - Matériel de collecte des plantes.....	28
II.1.2.2. - Matériel d'extraction des plantes.....	28
II.1.2.3. - Matériel d'élevage et de traitement de la pyrale.....	30
II. 2. - Méthodes.....	31

II.2.1.- Collecte des plantes	31
II.2.2. - Extraction des plantes	32
II.2.2.1. - Macération à l'éthanol	32
II.2.2.2. - Extraction aqueuse.....	32
II.2.3. - Élevage de la pyrale.....	35
II.2.4. - Méthodes de traitement.....	36
II.2.5. - Exploitation des résultats.....	37
II.2.5.1. - Taux de mortalité.....	37
II.2.5.2. - Calcul du TL50.....	38
II.2.5.3. - Analyse statistique.....	38

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1.- Identification de l'espèce	40
III.2. - Taux d'éclosion et période d'incubation	41
III.2.1. - Œufs traités à l'extrait aqueux	41
III.2.2. - Œufs traités à l'extrait éthanolique	43
III.2.3. - Discussion	45
III.2.4. - Exploitation statistique	48
III.3. - Effet des extraits des plantes sur les larves néonates	51
III.3.1. - Effet des extraits aqueux	51
III.3.2. - Effet des extraits éthanoliques	56
III.3.3. – Discussion	61
III.3.4. - Exploitation statistique	63
III.4.- Effet des extraits sur les adultes.....	65
III.4.1. - Effet des extraits aqueux	65

III.4.2. - Effet des extraits éthanoliques	68
III.4.3. - Discussion	70
III.4.4. - Exploitation statistique	71
III.5. - Calcul du TL50 des individus traités	72
III.5.1. - Calcul du TL50 des larves traitées	72
III.5.2. - Calcul du TL50 des adultes traitées	76
Conclusion	83
Références bibliographiques.....	88

Introduction

Introduction

A l'heure où l'authenticité de notre nourriture est presque inexistante (**CHIEJ, 1982**) et où les pressions économiques, environnementales et sociétales sont de plus en plus fortes pour l'agriculture, la résistance aux parasites et ravageurs devient un enjeu stratégique important en protection des plantes (**RISTON et KUZNESOF cité par EILENBERG et HOKKANEN, 2006**). En effet, les bioagresseurs sont responsables chaque année, de la perte de 35% à 45% du rendement des cultures (**VINCENT et CODERRE, 1992**).

L'Algérie est classée parmi les premiers pays phoenicicoles, avec un patrimoine de 18 336 385 pieds et une production dattière totale, estimée à 8 481 990 qtx. (**Rapport du ministère de l'agriculture et du développement rural, 2014**). L'aspect phytosanitaire est le facteur le plus limitant à la production du palmier dattier (**KHOUALDIA et al., 1995 in LEBDI-GRISSA; BEN AYED, 2005**).

En Algérie, l'importance économique de la pyrale de datte la place en second rang après le Bayoud (**MUNIER, 1973**). Elle est considérée comme le déprédateur le plus redoutable des dattes (**DOUMANDJI, 1981; IDDER et al., 2009; ARIF et LOMBARKIA, 2015**). Le ver de la datte (*Ectomyelois ceratoniae*) n'est pas un bio-agresseur méconnu en Algérie. Ses dégâts sont de moins en moins tolérés par le consommateur algérien et encore beaucoup moins par le marché international de ce fruit où le taux d'infestation par le ver de la datte ne doit guère dépasser 2% chez Deglet Nour (Branchettes).

Dans la loi phytosanitaire Algérienne (87-17 du 01/08/1987), la pyrale de datte est classée comme organisme de quarantaine dont la lutte est obligatoire dans tous les stades selon le décret exécutif N°95-387 du 28/11/1995.

Elle peut occasionner des dégâts qui peuvent toucher parfois 80 % (**MUNIER, 1973**) alors que l'étude au champ révèle un taux d'infestation de la pyrale de datte de 4% (**ARIF, 2011; ARIF et al., 2014**), et varie de 0,97% à 28,16% selon la variété (**IDDER-IGHILI, 2008; IDDER et al., 2015**). Cependant, depuis plus de 50 ans, les ravageurs des cultures sont combattus majoritairement par les pesticides de synthèse, d'utilisation facile et peu coûteuse. Toutefois, l'usage de ces molécules toxiques présente de nombreux inconvénients, qui ne sont plus à démontrer, tels que l'apparition de résistances (**BREVAULT et al., 2002**) où plus de 600 insectes sont devenus résistants aux insecticides (**CHABOUSSOU, 2011**), la pollution de

l'environnement (**CARSON, 1963; CHIEJ, 1982**), la réduction de la biodiversité dans les agro-écosystèmes, mais également l'impact sur la santé humaine (**VINCENT et CODERRE, 1992**), qu'il s'agisse des agriculteurs, premiers exposés à ces substances, ou des consommateurs (**RICCI et al., 2013**). En outre, le marché mondial des insecticides est évalué à environ 31 milliards US\$ en 2002. En 2005, les utilisations agricoles représentaient 60% de ce marché (**BOCQUET et al., 2005 in (REGNAULT- ROGER et al., 2008)**).

Par le fait que les oasis sont des milieux extrêmement fragiles, il est nécessaire d'utiliser des moyens de lutte capables d'assurer le maintien d'un équilibre biologique favorable à une production agricole d'un haut niveau (**TOUTAIN, 1979**). C'est pourquoi, dans une optique de développement durable, la lutte chimique est de plus en plus remplacée par la lutte intégrée qui combine différentes méthodes de lutte dont celle biologique par les biopesticides qui a un avenir prometteur bien qu'elle soit déjà assez ancienne (**SILVY & RIBA, 1993**). Ces biopesticides peuvent être définis comme des produits phytosanitaires dont le principe actif est un organisme vivant ou l'un de ses dérivés (**REGNAULT-ROGER et al., 2005**). Les métabolites secondaires des végétaux attirent l'attention des entomologistes, ils sont accessibles et efficaces et sont utilisés dans la lutte contre les insectes depuis des milliers d'années où plus de 2000 espèces végétales sont dotées de propriétés insecticides. Il existe peu d'estimation de la part du marché mondial, des insecticides d'origine végétale ; **REGNAULT-ROGER et al. (2008)** affirment qu'elle est inférieure à 1%.

En Algérie, la pyrale des dattes est étudiée sous divers aspects (biologie, écologie et lutte par les auxiliaires, ...). Néanmoins, la polyphagie et sa large répartition dans l'espace sur des hôtes variés, rendent difficile la mise au point d'une lutte chimique efficace (**DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1976; DOUMANDJI, 1981; MEHAOUA et al., 2013**). Cependant, peu de travaux se sont intéressés aux plantes spontanées du Sahara septentrional en tant que biopesticides et à les tester sur plusieurs stades de la pyrale des dattes dans une perspective de lutte alternative.

Ce travail a pour objectif d'étudier l'effet de quelques extraits de plantes spontanées du Sahara septentrional, sur les œufs, les larves de premier stade et les adultes de la pyrale des dattes sous conditions contrôlées. Il s'agit de répondre aux questions suivantes : Quelle est la plante qui donne le meilleur taux de mortalité ? Quel type d'extrait est le plus efficace ? A quelle concentration ? Contre quel stade ? En outre, il s'agit de tester un moyen naturel de

lutte contre un ennemi de cultures dont la lutte chimique par des produits de synthèse, n'a pas abouti à des résultats escomptés.

Le document est articulé autour de trois chapitres. Le premier concerne une synthèse bibliographique sur la pyrale des dattes. Le second correspond à la présentation du matériel et des méthodes utilisés et le dernier aborde les résultats discutés.

Chapitre I

Aperçu

bibliographique sur

Ectomyeloidis ceratoniae

I - Aperçu bibliographique sur *Ectomyelois ceratoniae*

Ce chapitre est consacré à la présentation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*.

I.1. - Généralités

Ectomyelois ceratoniae est un lépidoptère Hétérocère de la famille des Pyralidae (**DOUMANDJI, 1981 ; DHOUBI, 1982**), ravageur primaire des dattes (**BAKER et al., 1991**). Ce ver est considéré comme étant le déprédateur le plus rencontré, qui cause des dégâts considérables, du point de vue qualitatif et quantitatif (**IDDER et al., 2009**) et la principale contrainte à l'exportation (**DOUMANDJI, 1981; SAGGOU, 2001; IDDER-IGHILI, 2008**). D'autres auteurs préfèrent nommer cette espèce *Apomyelois ceratoniae* (**MILLS et al., 2002 ; MOEZIPOUR et al., 2008 ; DAVOOD et al., 2013**)

I.2. - Répartition géographique

La pyrale des dattes est une espèce cosmopolite, susceptible de se rencontrer partout dans le monde (**DHOUBI, 1982**). **GOTHILF (1978)** signale cette espèce comme indigène aux pays méditerranéens. En Algérie, deux zones de multiplication d'*Ectomyelois ceratoniae* sont mentionnées, la première, une bordure littorale de 40 à 80 Kilomètres de large, s'allongeant sur près de 1000 Kilomètres, la seconde constituée par l'ensemble des oasis dont les plus importantes sont situées le long de l'Oued Righ et les ziban (**DOUMANDJI, 1981 ; ACOURENE et al. , 2007**).

I.3. - Plantes hôtes

E. ceratoniae est une espèce polyphage et polyvoltine. Le nombre de plantes hôtes reconnues est de 49 dans le monde, 32 espèces en Algérie dont 25 dans la Mitidja. Parmi ces espèces, le palmier dattier, le grenadier, le pistachier, le figuier, l'oranger, le caroubier,...etc. (**DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1993**). De même, en Tunisie, *Ectomyelois ceratoniae* s'attaque à diverses cultures fruitières (**LEBDI-GRISSA et BEN AYAD, 2005 ; SARJAMI et al., 2009**).

I.4. - Morphologie et cycle biologique de l'insecte

Comme tous les membres de son groupe entomologique, **WERTHEIMER (1958)** note que le pyralidé *Ectomyelois ceratoniae*, passe successivement par les stades œuf, chenille, chrysalide et adulte.

I.4.1. - Fécondation et ponte

L'accouplement nécessite plusieurs heures (**LE BERRE, 1978**) et peut se prolonger jusqu'à douze heures (**WERTHEIMER, 1958**). Pour **HADJEB (2010)**, l'accouplement se prolonge entre 45 et 120 min. Le rapprochement sexuel est décrit par **WERTHEIMER (1958)**, **DHOUIBI (2000)** et **SARJAMI et al., (2009)**. D'après **DHOUIBI (1982)**, la capacité de reproduction de la femelle d'*Ectomyelois ceratoniae* dépend de certains facteurs, particulièrement la possibilité de s'accoupler, la longévité et la nature des substrats de ponte. Les papillons s'accouplent à l'air libre ou même à l'intérieur de l'enclos où ils sont nés (photo 1). Ils peuvent se rencontrer dans un espace limité de dimensions très réduites, sans avoir besoin de voler au préalable (**DHOUIBI, 1982 ; DHOUIBI, 2000**).



Photo 1 - Accouplement chez *E. ceratoniae*

LE BERRE (1978) et **DHOUIBI (1982)** décrivent la posture de réceptivité sexuelle de la femelle : ailes écartées et abdomen relevé (photo. 2).

Photo 2 - Femelle d'*Ectomyelois ceratoniae* en position d'appel

LE BERRE (1978), rapporte que le dépôt des œufs commence 24 heures après la copulation ; il est échelonné sur une longue période de la vie de la femelle. Ce même auteur rajoute que la vie imaginale et la vitesse de ponte décroît régulièrement durant cette période. *Ectomyelois ceratoniae* préfère pondre sur des supports rugueux, la femelle palpe avec son ovipositeur le support de ponte qui constitue un stimulant pour l'ovipositeur (**DHOUBI, 1982**). Les papillons préféreraient les dattes mures pour déposer leurs pontes, le fruit en fin de maturité constituant probablement, un milieu nutritif mieux adapté aux exigences du déprédateur (**IDDER et al., 2009**). Une femelle émet en moyenne, de 60 à 120 œufs en 24 à 36 heures après copulation (**WERTHEIMER, 1958**), de 20 à 98 œufs (**HADJEB, 2010**) et de 33 et 98 œufs selon **MEHAOUA (2014)**. Les œufs (photos 3, 4, 5 et 7) sont déposés isolément ou par petits groupes (**WERTHEIMER, 1958 ; LE BERRE, 1978 ; DOUMANDJI, 1981 et HADJEB, 2010**).

I.4.2. - Œuf

L'œuf possède une forme oblongue dont la dimension la plus grande est de 0,8 mm. Il est blanc (photo 3, photo 4 et photo 5) au début, il acquiert une coloration rose au bout de 24 heures et il est entouré par une cuticule translucide à aspect réticulé (**DOUMANDJI, 1981**). Selon **LE BERRE (1978)**, l'œuf est enfermé dans une coquille translucide, laisse apparaître la coloration orangée ou jaune des éléments internes (photo 6 et photo 7). Les œufs stériles sont rares, ils se caractérisent par une coloration blanc-grisâtre permanente et un affaissement au bout de 2 à 3 jours (**DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1976**). La durée

d'incubation est de 3 à 7 jours selon la température; elle est d'autant plus faible que la température est élevée (**WERTHEIMER, 1958**).

Photo 3 - Œufs en amas

Photo 4 - Œufs dispersés

Photo 5 - Œufs sur datte

Photo 6 - Enveloppe d'œuf après éclosion

Photo 7- Œufs fertiles

I.4.3. - Larve

La larve est éruciforme, de couleur rose ou d'un blanc jaunâtre avec une tête brune. En fait, la teinte du corps dépend de la nature du fruit (**DOUMANDJI, 1981 ; IDDER, 2009**). Le ver de la datte est incolore ou grisâtre à sa naissance (photo 8) puis se teinte peu à peu, de rose clair uniforme (photo 9 et photo 10). La croissance de la larve se fait par mues successives au cours desquelles, la longueur des chenilles passe de 1 mm à 18 mm et la largeur de 0,1 à 3 mm. Ce développement larvaire dure suivant la température ambiante, de 6 semaines à 6 mois (**LE BERRE, 1978**). Les segments abdominaux présentent quatre paires de fausses pattes ou ventouses (photo 11).

Photo 8 - Néonate de premier jour

Photo 9 - Larve de premier stade

Photo 10 - Larve d'*E. ceratoniae*

Photo 11 - Pattes et pseudopodes de la larve d'*E. ceratoniae*

Le nombre de crochets permet de caractériser avec la taille et les dimensions de la capsule céphalique, les divers stades larvaires (tab. 1).

Tableau 1- Caractéristiques morphologiques des divers stades larvaires de la pyrale des dattes (**DHOUBI, 1981 ; DHOUBI, 2000**).

Stades larvaires	L1	L2	L3	L4	L5
Nombre de crochets	6 - 9	11 - 14	14 - 17	30 - 34	34 - 36
Taille (mm)	1,1 à 2	2 à 3, 2	3,3 à 5, 6	6,9 à 12, 4	12,3 à 14, 6
Dimension de la capsule Céphalique au 1/10 mm	2,98	4,46	6,35	10,25	15,43

Dans la nature, à l'époque des dattes, la chenille née à la surface du fruit, creuse son chemin et s'installe entre pulpe et noyau où se déroule le développement larvaire jusqu'à sa transformation en papillon (**WERTHEIMER, 1958 ; GOTHILF, 1978**). Les travaux de **DOUMANDJI (1981)** et **DHOUBI (1982 et 2000)** indiquent que la durée de vie de la chenille est très variable, de 6 semaines à 8 mois. La durée du cycle est en relation avec la plante hôte, le degré de maturité du fruit et la température (**DOUMANDJI, 1981**). Ce même auteur confirme que le développement larvaire optimal est obtenu à 30°C, et à une humidité de 70%.

I.4.4. - Chrysalide

LE BERRE (1978), mentionne que la chrysalide mesure près d'un centimètre de long et généralement entourée par un fourreau de soie lâche tissé par la chenille avant sa mue nymphale (photo 12). Son enveloppe chitineuse est de couleur brun testacé (photo 13 et photo 14). Dans la plupart des cas, la chrysalide (photo 15 et photo 16) se trouve dans la datte (**LE BERRE, 1978**).



Photo 12 - Chrysalide entourée par un fourreau de soie



Photo 13 - Stade nymphal (face ventrale)



Photo 14 - Stade nymphal (face ventrale)



Photo 15 - Chrysalide sur datte



Photo 16 - Enveloppe de chrysalide à l'intérieur de la datte après émergence de l'imago

I.4.5. - Adulte

C'est un papillon de 6 à 14 mm de longueur et d'une envergure de 24 à 26 mm. Dans l'ensemble, les mâles sont plus petits que les femelles, soit 9,32 mm contre 10,35 mm (SAGGOU, 2001; IDDER-IGHILI, 2008 ; IDDER et al., 2009 et HADJEB, 2010). Sa face inférieure et les pattes sont de couleur claire ou blanc ou gris uniforme (LE BERRE, 1978); DHOUBI, 2000). La face dorsale présente une coloration qui varie du blanc crème au gris foncé avec des mouchetures sombres plus ou moins marquées sur les ailes antérieures. Ces dernières sont bordées de longues soies claires à leur partie postérieure (LE BERRE, 1978 ; DHOUBI, 2000). La teinte de la pyrale n'est pas constante et dépend de la couleur de la datte qui contient un mélange de pigments (IDDER-IGHILI, 2008 ; IDDER et al., 2009)

La durée de vie de l'adulte est de 3 à 5 jours (WERTHEIMER (1958). Le dimorphisme sexuel est peut apparent chez cette espèce (DOUMANDJI, 1981). L'extrémité abdominale de la femelle présente une forme pointue, par contre celle du mâle est arrondie (LE BERRE, 1978).

La trompe est fonctionnelle et mesure environ 2,5 fois le diamètre de l'œil (photo 17). L'œil composé est de grande dimension (photo 18). Il est fortement bombé, très sombre ou noir (LE BERRE, 1978).

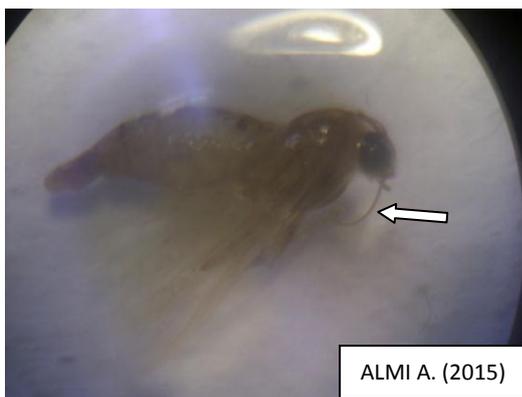


Photo 17- Trompe d'*E. ceratoniae*



Photo 18 - Yeux composés d'*E. ceratoniae*

Le cycle de vie d'*E. ceratoniae* est illustré dans la figure 1.

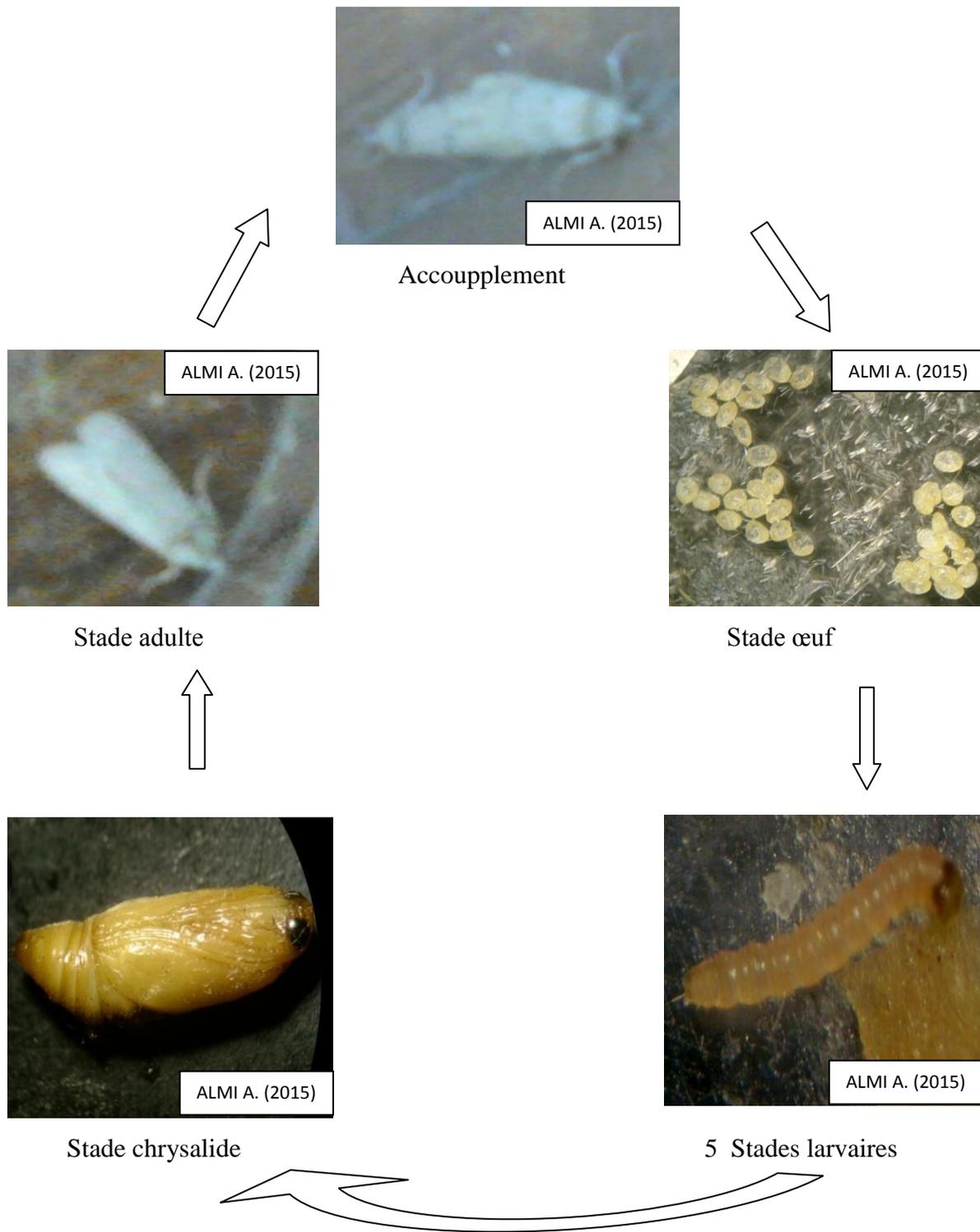


Figure 1 - Cycle biologique d'*Ectomyelois ceratoniae*

I.5. - Méthodes de contrôle et de lutte contre *Ectomyelois ceratoniae*

Parmi les méthodes de contrôle et de luttés utilisées contre le Myelois:

I.5.1. - Contrôle prophylactique

Dans les milieux sahariens fragiles, il est intéressant d'utiliser des moyens de lutte capables d'assurer le maintien d'un équilibre biologique (**TOUTAIN, 1979; IDDER et al., 2009 ; CHABOUSSOU, 2011**) favorable à une production agricole d'un haut niveau (**TOUTAIN, 1979**). A cet effet, il est recommandé de pratiquer quelques opérations et modes de conduite culturales respectant l'homme et son environnement naturel (**ANONYME, 2010**). Ces mesures consistent à :

- Maintenir la palmeraie en état de propreté en collectant tous les débris et restes de récolte afin d'éliminer les sources de ré-infestation (**LE BERRE, 1978 ; JERRAYA, 1993**) offrant des refuges pour la pyrale (**IDDER et al., 2009**).
- Désinfecter les locaux de triage, de stockage ainsi que le traitement du matériel de tri après récolte et détruire les sites d'hibernation du ravageur (**DHOUBI, 2000**).
- Ensacher les régimes, permettant ainsi de réduire les dégâts de la pyrale sur les dattes (film en polyéthylène ou sacs en mousseline à maille très fine) en début de maturité (**DHOUBI, 2000 ; ANONYME, 2010**).

I.5.2. - Lutte chimique

Malgré tous les inconvénients de la lutte chimique (**TOUTAIN, 1979 ; LE CLECH, 1998 ; CHABOUSSOU, 2011 ; RICCI et al., 2013**), elle demeure l'un des moyens de lutte efficace, facile à pratiquer, et donne des résultats dans l'immédiat, afin de contrôler les organismes nuisibles (**VINCENT et CODERRE, 1992**). En Algérie, la lutte chimique est la seule utilisée pour réduire les populations de la pyrale des dattes (**HADJEB et al., 2014**).

D'après **WERTHEIMER (1958)**, il est logique de chercher à détruire le Myelois au stade adulte de sa première génération, mais le problème le plus délicat, c'est d'atteindre les chenilles, toujours enfouies sous la matière qui les nourrit. Ainsi, il suffit de protéger les dattes sur les régimes pendant la période d'éclosion.

Cependant, **LEPIGRE (1949) cité par LE BERRE, (1978)**, indique que le traitement chimique débute à partir du 3^{ème} stade de maturité des dattes (bser), il s'agit d'assurer une

couverture des régimes (dattes) par une pulvérisation d'insecticide afin de détruire les œufs et les larves du premier stade larvaire.

En Algérie, une gamme d'insecticides est utilisée au fur et à mesure des années de traitement, tels que HCH, DDT à 10% (**WERTHEIMER, 1958**), Phosalone (4%) et Bactospéine à 1% (**Avertissements agricoles, INPV, 1987**), Malathion 4%, Parathion 2% (**BOUNAGUA et DJERBI, 1990**), Diflubenzuron, Beta-Cyfluthrine, Fenitrothion, Tau-Fluvalinate (**Avertissements agricoles ; INPV, 2015**).

Le traitement par fumigation est effectué dans les lieux de stockage par le bromure de méthyle, oxyde d'éthylène (**WERTHEIMER, 1958**). Ces derniers sont remplacés par le gaz de phoshine, capable de détruire le ravageur à tous stades de développement et sans résidus sur les produits fumigés (**BOUZOUANE, 2010**). Des essais expérimentaux ont été effectués à l'aide du dioxyde de carbone en tant qu'alternative au bromure de méthyle. L'exposition des larves et des œufs de la pyrale des dattes au CO₂ pendant quatre jours, à une température de 30° est suffisante pour tuer les deux stades de l'insecte (**MILLS et al., 2002**).

I.5.3. - Lutte alternative

La lutte alternative signifie au sens large, toutes les méthodes qui réduisent la nuisance des ravageurs à l'exclusion des pesticides chimiques (**PIERRARD, 1981**).

I.5.3.1 - Lutte par des insectes parasites

C'est un procédé de lutte qui consiste à l'exploitation délibérée, d'organismes vivants ou de produits dérivés d'organismes vivants dans le but de diminuer la prolifération des prédateurs (**VINCENT et CODERRE, 1992**). La lutte biologique pourrait être la solution alternative (**KHOUALDIA et MARRO, 1993**).

Quoique la gamme des agents de lutte biologique disponibles, reste limitée (**RICCI, 2013**), les espèces les plus utilisées dans la lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* appartiennent à l'ordre des hyménoptères, tels que les genres *Trichogramma*, *Phanerotoma* et *Bracon* (**DOUMANDJI, 1981**).

***Trichogramma* :**

C'est un ovoparasite dont plusieurs espèces ont prouvé leur efficacité telles que *Trichogramma embryophagum* (**DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1993**),

Trichogramma cocaeciae (DHOUBI, 2000), (LEBDI-GRISSA et BEN AYAD, 2005) et *Trichogramma cordubensis* (IDDER et al., 2009).

***Phanerotoma* :**

Phanerotoma est un endoparasite, il peut parasiter les œufs et les jeunes stades larvaires (DHOUBI, 2000). C'est un parasite de la pyrale des dattes en régime BOUKA et al. (2001). LE BERRE (1978), note la présence de *Phanerotoma planifrons*, *Phanerotoma flavitestacea* et *Phanerotoma ocuralis* sur *E. ceratoniae*. Ceci est confirmé par DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (1993).

***Bracon* :**

Ce genre est considéré comme ectoparasite larvaire (DHOUBI, 2000), dans les dattes tombées au sol (BOUKA et al. 2001). Parmi les espèces, on retrouve *Bracon brevicornis* (LE BERRE, 1978) et *Bracon hebetor* (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI (1993).

D'autres genres sont aussi utilisés pour réduire le taux d'infestation d'*E. ceratoniae* telles que *Claucisella suturata* (GOTHILF, 1969 ; KUGLER et NITZAN, 1977), et *Pentalitomastix Plethoricus* , parasite polyembryonnaire (GOTHILF, 1978).

I.5.3.2 - Lutte par des mâles stériles (lutte autocide)

Elle consiste à des lâchers inondatifs de mâles stériles dans les palmeraies. DRIDI et al. (2000), rapportent que cette technique permet d'une part, la réduction à un niveau très tolérable d'infestations de ce ravageur sur dattes et d'autre part, la préservation de la faune utile dans les palmeraies. DHOUBI et ABDERAHMANE (1998) et DHOUBI (2000), notent que les doses d'irradiation affectent la progéniture des parents irradiés aux différents stades. Ces effets sont plus importants quand les femelles sont irradiées.

I.5.3.3 - Lutte par des bio-pesticides

Au cours des dernières décennies, les biopesticides ont fait l'objet d'une recherche considérable et de développement des produits, soit une augmentation de 25% par an entre 1982 et 1992 (SILVY et RIBA, 1993).

a - Bactéries : Plusieurs bactéries ont été testées sur la pyrale des dattes avec des succès controversés, parmi ces bactéries, *Bacillus thuringiensis* et *Saccharopolyspora spinosa*.

- ***Bacillus thuringiensis* (Bt)** : C'est une bactérie qui agit sur les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* (HARPAZ et WYSOKI, 1984). Elle agit sur les larves par ingestion avant la pénétration dans les dattes, une fois les cristaux de *Bacillus thuringiensis* ingérés par les jeunes chenilles, ils agissent au niveau de l'intestin et entraînent l'arrêt de la nourriture puis la mort dans 2-4 jours (DHOUBI, 2000).

- ***Saccharopolyspora spinosa*** : C'est un actinomycète, produit par fermentation des métabolites dénommés spinosines. Il agit par ingestion et par contact, sur les stades larvaires des lépidoptères. Son effet est 5 à 10 fois plus efficace par ingestion que par contact. Le traitement des L1 réduit la fertilité des femelles et des œufs (HADJEB, 2010; HADJEB, 2014).

b- Extraits de plantes

Au cours des dernières années, quelques extraits de plantes ont été testés contre *E. ceratoniae* et ont donné des résultats prometteurs.

Azadirachtine : Le composé est un triterpénoïde qui provoque une toxicité pour les larves d'*E.ceratoniae*, mais il semble que cela nécessite une longue période d'exposition ; il provoque aussi une diminution de fertilité des femelles et des œufs (MEHAOUA et al., 2013).

Espèces végétales testées

Les travaux consacrés à l'utilisation des extraits de plantes dans la lutte contre la pyrale des dattes, sont peu nombreux (tab. 2).

Chez les insectes, les métabolites secondaires des végétaux présentent des effets différents, soit :

- Répulsif : lorsqu'ils agissent à distance, en empêchant l'approche des ravageurs lors de l'orientation olfactive (SILVY et RIBA, 1993).

- Donne un goût désagréable à la prise alimentaire (REGNAULT-ROGER et al., 2005).

- Perturber leur système physiologique digestif (composés anti-appétants, phagorépresseurs, antinutritionnels), ou neurologique (toxiques) (REGNAULT et al., 2005).

-De manière plus générale, affecter le potentiel biotique des parasites et ravageurs
(REGNAULT *et al.*, 2005)

Tableau 2 - Plantes utilisées contre la pyrale des dattes.

Espèces	Familles	Effets	Auteurs
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	-Larvicide -Agit sur les paramètres de reproduction	MEHAOUA, 2014
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus rudis</i>	Myrtacées	Toxique	HAOUEL et al., 2010
<i>Tibouchina paratropica</i>	Melastomataceae	Toxique	TRACANNA <i>et al.</i> , 2010 cité par BENFERHAT (2013)
<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacardiaceae	Anti-fertilisant	BACHROUCH <i>et al.</i> , 2010 cité par BENFERHAT (2013)
<i>Ocimum basilicum</i> <i>Laurus nobilis</i>	Lamiaceae Lauraceae	Insectifuge Insectifuge	BOUIDIA (2014)

Chapitre II

Matériels et méthodes

Chapitre II - Matériels et méthodes

Ce chapitre est consacré à la description du matériel utilisé sur terrain et au laboratoire ainsi qu'aux méthodes adoptées.

II.1. - Matériels

II.1.1. - Matériels biologiques

Un matériel biologique faisant l'objet de notre expérimentation, correspond à la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), et un second composé de trois plantes spontanées (*Pergularia tomentosa*, *Cleome arabica* et *Ephedra alata*), collectées de différents sites du Sahara septentrional algérien, testées comme bio insecticides.

II.1.1.1 - Choix des plantes

Le choix des espèces végétales *Cleome arabica*, *Pergularia tomentosa* et *Ephedra alata* se justifie par plusieurs critères:

-La disponibilité.

-Les plantes spontanées sont dotées d'une gamme de métabolites secondaires importante par rapport aux plantes cultivées.

- Leur effet thérapeutique (AMAR, 2003 ; CHEHMA, 2006 ; AMANI et BARMO, 2010).

Différents auteurs ont mis en évidence l'action biologique de ces plantes, nous citerons :

BOURMITA et al, (20013), proposent *Pergularia tomentosa* comme bio-insecticide, vue sa richesse en alcaloïdes, ainsi qu'*Ephedra alata* bien que sa teneur en alcaloïdes soit faible par rapport à *P. tomentosa*.

L'efficacité fongicide (**AL-QARAWI et al., 2011**) et anti-bactérienne (**BEGGUE et BENZAIK, 2011**) ainsi qu'un effet herbicide (**ZEGHADA, 2009**).

L'effet de ces espèces végétales a également été prouvé contre différents ordres d'insectes **BOUNECHADA et ARAB (2011)** ; **KEMASSI et al., (2012)** ; **ACHEUK et DOUMANDJI-MITICHE (2013)** ; **BENFERHAT (2013)** ; **GUIDOUAM (2013)** ; **LADHARI et al. (2013)** ; **BOURMITA (2014)** et **KEMASSI (2014)**.

Ceci nous a encouragé à tester également leurs effets biologiques sur la pyrale des dattes.

L'identification des espèces végétales a été effectuée à l'aide des références bibliographiques de **OZENDA (1991)** ; **CHEHMA (2006)** et **QUEZEL et SANTA (1962 et 1963)**.

II.1.1.1.a. - Position taxonomique

Cleome arabica

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-Embranchement :	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones
Ordre :	Capparales
Famille :	Capparidaceae
Genre :	<i>Cleome</i>
Espèce :	<i>Cleome arabica</i> L. (OZENDA, 1991)

Ephedra alata

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embanchement:	Gymnosperme
Classe:	Gnetopsida
Ordre:	Gentales
Famille :	Ephedracées
Genre :	<i>Ephedra</i>
Espèce :	<i>Ephedra alata</i> (Dec.) (OZENDA, 1991)

Pergularia tomentosa

Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embanchement :	Angiospermes,
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Rosidae
Ordre :	Gentianales
Famille :	Asclepiadaceae.
Genre :	<i>Pergularia</i>
Espèce :	<i>Pergularia tomentosa</i> L. (OZENDA, 1991)

II.1.1.1.b. - Fiche technique des plantes

Fiche technique de *Cleome arabica*

Description botanique	Biotope	Indication thérapeutique	Données phytochimiques
<p>- plante vivace (photo. 19), à odeur fétide et désagréable</p> <p>- tiges dressées de 20 à 40 cm</p> <p>- feuilles trifoliolées. folioles lancéolées</p> <p>- fleurs de couleur pourpre</p> <p>- fruit en gousse de 2 à 5 cm de long (photo.20)</p> <p>(OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>En Algérie; elle est assez commune dans l'atlas Saharien.</p> <p>Se trouve dans les lits d'oued à fond sableux. Endémique au Sahara septentrional.</p> <p>(CHEHMA, 2006)</p>	<p>- plante spontanée médicinale</p> <p>- utilisée comme diurétique, contre les rhumatismes et pour soulager les douleurs.</p> <p>(MAIRE, 1933 ; OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>-triterpènes, anthroquinones, flavonoïdes, saponines, stéroïdes, résines, glycosides, tannins, composées phénoliques et alcaloïdes ont été isolés du genre <i>Cleome</i>.</p> <p>- l'extrait methanolique permet de détecter 24 flavonoïdes glucosidiques</p> <p>(SELLOUM et al., 2004 ; BOURICHE et al., 2005 ; NARENDHIRAKANNAN et al., 2007 ; TOUIL et Rhouati., 1998 cité par TIGRINE, 2014)</p>

Fiche technique d'*Ephedra Alata*

Description botanique	Biotope	Indication thérapeutique	Données phytochimiques
<p>- Arbuste de 1 à 3 m de haut(photo.21)</p> <p>- tiges ramifiées et rameaux articulés</p> <p>- Feuilles opposées, alternant d'un nœud à l'autre, soudées en graine à leur base.</p> <p>- Fleurs en petit cônes blanchâtres</p> <p>- Faux fruits constitués par des bractées accrescentes.</p> <p>(QUEZEL et SANTA, 1962 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>- Commune dans tout le Sahara occidental, septentrional et le Sahara indien</p> <p>- fréquente dans les terrains sableux aux niveaux de lits d'oued.</p> <p>(DJEMOUI, 2003 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>- utilisée dans les cas de rhume, grippe et maladies respiratoires</p> <p>- utilisée dans les cas de faiblesse générale.</p> <p>-utilisée comme dépuratif, hypotenseur, sympathomimétique et agent astringent</p> <p>- Les branches sont mâchées pour céphalées.</p> <p>- antifongique et antimicrobien</p> <p>(DJEMOUI, 2003 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>- Présence d'alcaloïdes.</p> <p>-Autres principes actifs en quantité moyenne, traces de saponines.</p> <p>(DJEMOUI, 2003 ; BOURMITA et al., 2013)</p>

Fiche technique de *Pergularia tomentosa*

Description botanique	Biotope	Indication thérapeutique	Données phytochimiques
<p>- Arbrisseau vivace pouvant dépasser 1 m de hauteur.</p> <p>- Tige, couverte de courts poils verdâtres.</p> <p>- Feuilles, vert amande, ovales ou arrondies, en cœur à la base (photo. 22)</p> <p>- Inflorescence en grappes abondantes au bout de longs pédoncules.</p> <p>- Fruits, sont des follicules, fusiformes, divergents et couverts de rugosités. Pubescents et crochus à leur sommet (photo. 23)</p> <p>(QUEZEL et SANTA, 1963 ; OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>- Pousse sur les sols généralement sableux.</p> <p>- Elle est assez commune dans tout le Sahara.</p> <p>(OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006)</p>	<p>- Traite les douleurs dentaires et fatigue générale.</p> <p>- Palliatif alimentaire pour le bétail.</p> <p>- Diminue la pression artérielle et réduit le risque d'accident vasculaire cérébral.</p> <p>- Maintien d'un apport élevé en potassium.</p> <p>- Utilisée contre bronchites, hémoptysies, tuberculose, morsures venimeuses et tuberculose.</p> <p>(HMEYADA, 2009 ; AMANI et BARMO, 2010 ; HASSAN et UMAR, 2007 cité par BOUHMAMA, 2013)</p>	<p>- Contient des alcaloïdes, cyanogènes, saponines, flavonoïdes, tanins et glycosides.</p> <p>HASSAN et UMAR, 2007 cité par BOUHMAMA, 2013</p>



Photo.19 - *Cleome arabica* à Oued Ain Lossaïg (région de Ghardaia)



Photo. 20 - Fruits (gousses) de *Cleome arabica*



Photo. 21 - *Ephedra alata* à F'rane (région d'Ouargla)



Photo. 22 – *Pergularia tomentosa* à Oued Metlili (région de Ghardaïa)



Photo. 23 - Fruit de *Pergularia tomentosa*

II.1.2. - Autres matériels

Un matériel spécifique est utilisé pour la collecte sur terrain, des plantes destinées à l'extraction et au laboratoire, un équipement adéquat est nécessaire pour une extraction et pour l'élevage de la pyrale.

II.1.2.1. - Matériel de collecte des plantes

La collecte des plantes suscite un matériel léger composé de :

- Sécateur pour couper les parties dures
- Sacs en papier pour la conservation et l'acheminement vers le lieu de séchage.

II.1.2.2 - Matériel d'extraction des plantes

L'outillage et les produits requis pour l'extraction des plantes sont les suivants :

- Broyeur électrique afin de réduire les plantes sèches en poudre (photo.24).
- Flacons en verre pour contenir le broyat.
- Spatule et balance de précision pour les pesées.
- Dispositif pour l'extraction par reflux : ballon de 2000 ml, coude en verre, support, pince, sortie d'eau, entrée d'eau, réfrigérant.

- Bain Marie ou chauffe ballon, comme source de chaleur pour l'extraction par reflux.
- Tissu mousseline, centrifugeuse et papier filtre pour la filtration des extraits.
- Entonnoir.
- Bécher de 500 ml pour récupération des filtrats.
- Papier aluminium, pour isoler l'extrait de la lumière
- Pissette.
- Agitateur magnétique (photo.25).
- Rotavapor pour l'évaporation du solvant (photo. 26).
- Flacons en verre de couleur sombre pour la conservation des extraits.
- Gants et masque (protection au cours de l'extraction).
- eau distillée et éthanol à 95%.



Photo. 24 - Broyeur électrique



Photo. 25 - Agitateur magnétique



Photo. 26 – Rotavapor

II.1.2.3. - Matériel d'élevage et de traitement de la pyrale

L'élevage de la pyrale des dattes dans un milieu conditionné, requiert un matériel composé de:

- Armoire pour assembler les boites d'élevage et les boites traitées
- Loupe binoculaire (photo. 27)
- Source de lumière froide (photo. 28)
- Cages d'émergence (photo. 29)
- Bocaux en matière plastique pour le traitement des adultes (photo. 30)
- Boites de Pétri
- Etiquettes
- Parafilm
- Papier d'emballage (papier cuisson)
- Ruban adhésif
- Milieu nutritif (50% farine de dattes + 50% farine de blé)



Photo. 27 - Loupe binoculaire



Photo. 28 - Source de lumière froide



Photo. 29 - Cages à émergence



Photo. 30 - Bocal pour traitement des adultes

II.2. - Méthodes

La méthodologie adoptée lors de cette étude, aborde le choix et la collecte des plantes, leur mode d'extraction ainsi que l'élevage de la pyrale et le traitement par les extraits élaborés.

II.2.1. - Collecte des plantes

Avant l'opération d'extraction, l'échantillon végétal collecté doit être préparé. En effet, les espèces choisies ont été récoltées au mois d'octobre 2014 dans deux régions du sud algérien (région d'Ouargla et région de Ghardaïa). La collecte des plantes est effectuée dans différents sites naturels, correspondant le plus souvent à des oueds du Sahara septentrional (tab.3).

Tableau 3 - Sites de collecte des plantes

Espèces	Sites de collecte
<i>Cleome arabica</i>	Oued Ain Lossaïg (région de Ghardaia)
<i>Pergularia tomentosa</i>	Oued Metlili (région de Ghardaia)
<i>Ephedra alata</i>	F'rane (région d'Ouargla)

La récolte des plantes coïncide avec la phase de maturité de celles-ci et la partie aérienne a été utilisée pour les trois espèces végétales choisies.

Les plantes récoltées, sont débarrassées de toute impureté, lavées à l'eau courante, séchées à température ambiante, à l'abri du soleil et de la lumière (KOÏTA et al., 2012). Une fois séchées, elles sont broyées à l'aide d'un broyeur électrique (N'GUESSAN, et al., 2009).

Le broyat des plantes constitue le matériel végétal final, prêt à être utilisé pour la préparation des extraits. Les broyats des trois plantes sont stockés dans des flacons en verre, hermétiquement fermés. Chaque flacon porte le nom de l'espèce, la date et le lieu de récolte.

L'extraction des plantes a été effectuée au laboratoire Bio-ressources (Université Kasdi Merbah, Ouargla). Elle a pour but de dissoudre dans un solvant (eau ou éthanol), les principes solubles contenus dans la plante. Les méthodes d'extraction utilisées lors de cette étude, sont :

II.2.2. - Extraction des plantes

II.2.2.1. - Macération à l'éthanol

La macération éthanolique obéit au protocole de **BOUHARB et al., (2014)** avec modifications. Ce protocole consiste à macérer 100 g de poudre de plante durant 24 heures dans un litre de solvant (éthanol 700 ml + eau distillée 300 ml), à l'ombre et à l'aide d'un agitateur magnétique. Après filtration par un tissu mousseline, centrifugée pendant 15 minutes à 4000 t/min sous température ambiante, et filtrée sur papier filtre, la solution extraite est soumise à une évaporation sous vide et à 50°C pour chasser le solvant (**KEITA et al., 1998**).

Les extraits ainsi obtenus, sont conservés dans des flacons en verre, soigneusement fermés, à l'abri de la lumière, dans un réfrigérateur à 4°C. Sur chaque flacon sont notés, la date de préparation, le type d'extraction et la plante utilisée et la concentration (fig. 2).

II.2.2.2. - Extraction aqueuse

Pour ce type d'extraction, le protocole adopté est celui décrit par **BOUHARB et al., (2014)** et **BOURMITA (2014)** avec modifications (durée d'extraction de 2 h au lieu de 1h par rapport au protocole de BOURMITA). Il s'agit d'ajouter 100g de poudre extraite par chaleur à reflux (50°C) pendant 2heures de temps dans un litre d'eau.

Après filtration par un tissu en mousseline, centrifugation pendant 15 minutes à 4000 t/min, à température ambiante et filtration sur papier filtre, le filtrat est évaporé par un passage dans un Rotavapor à 50°C. L'extrait obtenu est mis dans des flacons en verre de couleur sombre, bien fermés et conservé dans un réfrigérateur à 4°C.

Cette méthode est utilisée pour extraire des protéines, des acides aminés, des gommes, des mucilages et des sels minéraux (**WICHL et ANTON, 2002**).

Les deux extraits sont dilués à 5%, 10% et 15%. Sur chaque flacon figurent les notations indiquant l'espèce utilisée, le type d'extraction, la date de préparation et la concentration (fig. 3).

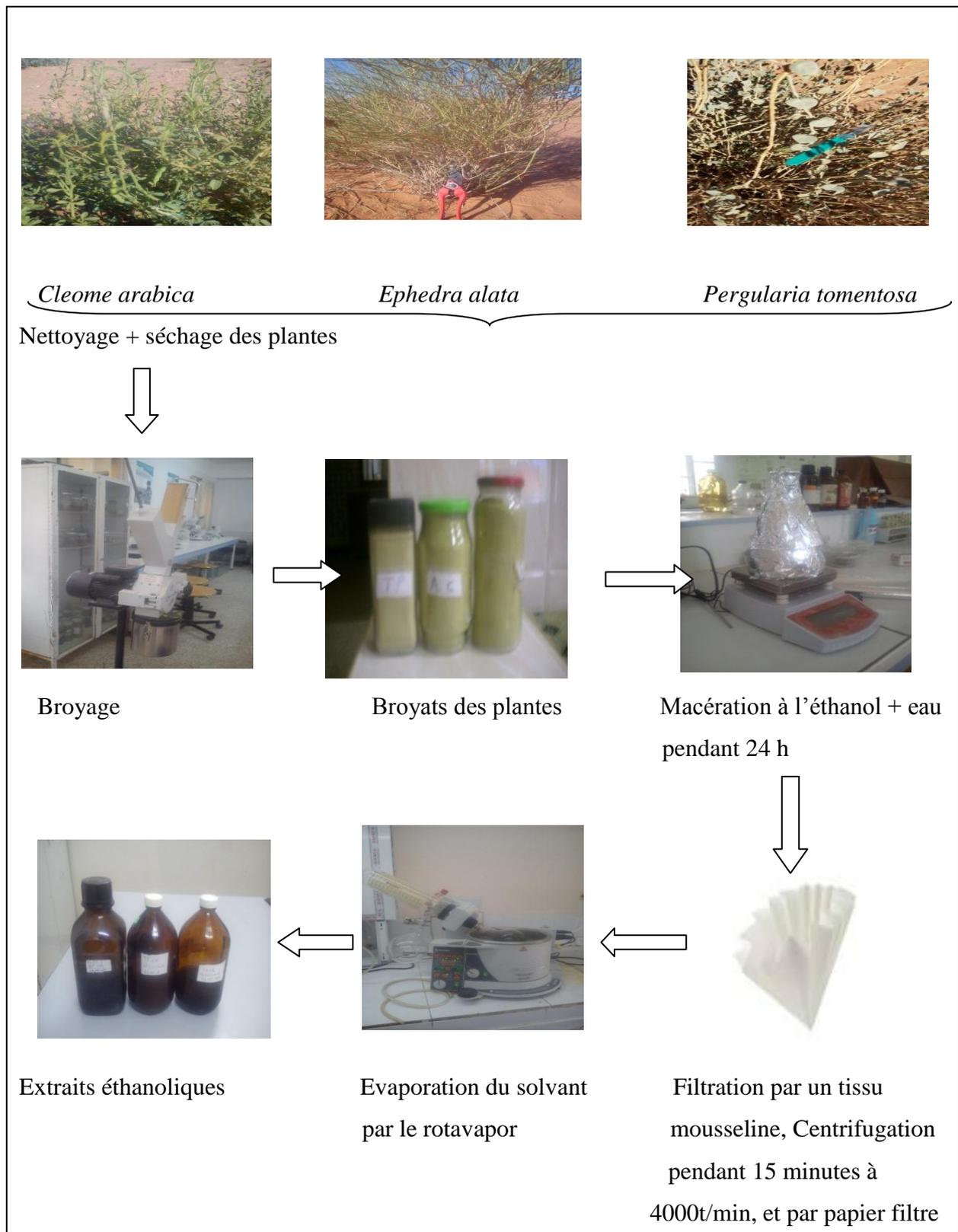


Figure 2 - Protocole de macération à l'éthanol

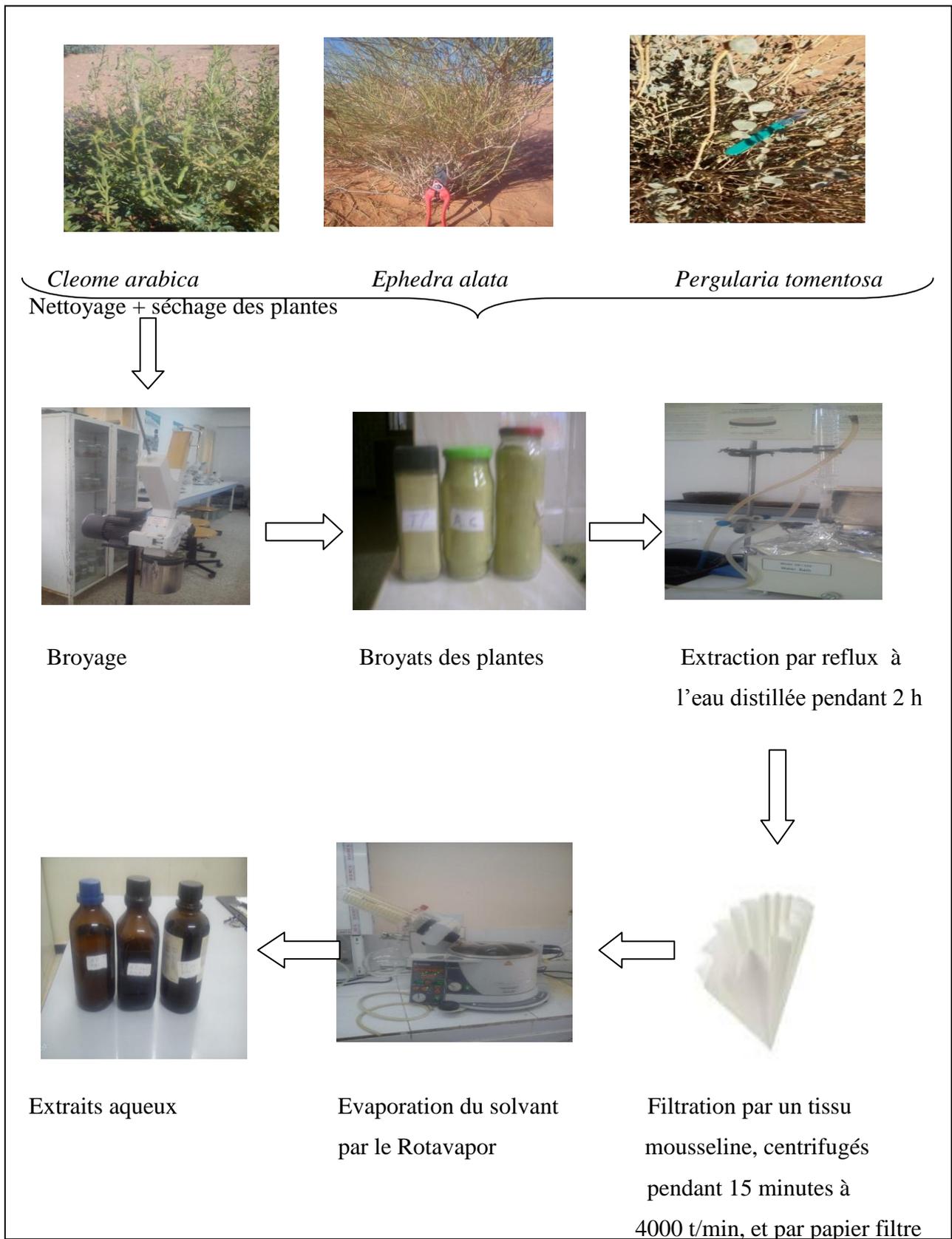


Figure 3 - Protocole d'extraction aqueuse

II.2.3. - Élevage de la pyrale

L'élevage est conduit dans des conditions contrôlées (chambre d'élevage) au sein de la Station Régionale de la Protection des Végétaux (S.R.P.V.) de Biskra, l'une des antennes de l'Institut National de la Protection des Végétaux (I.N.P.V.) avec une souche d'*Ectomyelois ceratoniae* provenant de dattes véreuses de récolte de la saison 2014, des palmeraies d'Ouargla et de Biskra et de deux variétés, Deglet Nour et Mech degla.

Les dattes sont mises dans des cages d'émergence (photo. 31) dont les dimensions sont 58 cm de longueur x 56 cm de largeur x 62 cm de hauteur et dans des récipients en matière plastique (35 cm x 58 cm x 25 cm). Les récipients sont placés sur des étagères de 35 cm x 58 cm x 25 cm (photo.32) dans une chambre hermétique à $28^{\circ}\text{C} \pm 2$, à une humidité relative de $65 \pm 10 \%$ et une photopériode de 16/8 (MEHAOUA et al., 2013), afin de favoriser et d'accélérer l'émergence des adultes de cet insecte.



Photo.31 - Cages d'émergence



Photo. 32 - Bacs en plastique placés en étagement

La confirmation de l'espèce *Ectomyelois ceratoniae* est effectuée à partir de l'observation aléatoire d'individus issus des dattes véreuses de la chambre d'élevage. L'observation se fait sous loupe binoculaire et concerne la nervation des ailes (antérieures et postérieures). Les adultes émergés qui se trouvent dans les cages d'émergence et dans la chambre d'élevage sont ramassés, voire collectés aussitôt avec un tube à essai. Ensuite, ils sont mis sans sexage à l'intérieur des bocaux d'accouplement en plastique (30cm x 18cm x 12cm) couverts à l'intérieur par un papier d'emballage glacé.

Après accouplement, les femelles pondent des œufs à l'intérieur des bocaux sur le papier d'emballage. La ponte se fait après le premier jour et se poursuit pendant quelques jours. Les œufs obtenus sont séparés en lots de quinze œufs, attachés sur le papier d'emballage dans des boîtes de Pétri sur lesquelles est indiquée la date de ponte. Ces œufs servent au traitement par les deux extraits à différentes concentrations (photo. 33). Le reste des œufs est gardé dans la chambre d'élevage jusqu'à éclosion des larves de premier stade (L1). De même, ces dernières subissent à leur tour, des traitements avec les extraits préalablement préparés à différentes concentrations.

Les adultes destinés au traitement, sont récupérés à partir des cages d'émergence. Une partie des œufs est conservée dans des bocaux ou des bouteilles avec un milieu nutritif (mélange de 50% de farine de blé et 50% de farine de dattes). Tout le cycle de développement se déroule à l'intérieur de ces bocaux, mesure nécessaire pour maintenir des effectifs de l'espèce en captivité (photo. 34).



Photo. 33 - Boîtes de Pétri accueillant des œufs destinés aux traitements



Photo. 34 - Emergence des papillons dans des bocaux avec milieu nutritif

II.2.4. - Méthodes de traitement

Au laboratoire, le traitement des larves par les extraits des différentes plantes utilisées, a pour but de déterminer leur effet sur les œufs, les larves L1 avant leur pénétration dans les dattes, et également sur le stade adulte.

Les œufs sont traités par une pulvérisation directe dans les boîtes de Pétri, de l'extrait préalablement préparé, à l'aide d'un petit pulvérisateur à gouttelettes fines. Cette pulvérisation se répète avec les différents types d'extraits des trois plantes et avec trois dilutions dès le premier jour de la ponte. Un témoin est pulvérisé à l'eau distillée. Cependant, il est à mentionner que les dilutions retenues sont le résultat d'un choix fondé et justifié suite à une étude bibliographique préliminaire des travaux antérieurs de **LAKDHARI et al. (2013)** et de **BOURMITA (2014)**.

Concernant les larves L1, l'application du traitement se fait sur le milieu nutritif dans des boîtes de Pétri, laissées durant 15 à 20 mn avant de le présenter aux lots de larves. Un témoin est traité à l'eau distillée.

Par ailleurs, les bocaux en plastique contenant des dattes, sont traités par pulvérisation avec les mêmes extraits et les mêmes dilutions tout en respectant le nombre de répétition. Les adultes capturés sont introduits dans leur enceintes environ un quart d'heure après le traitement. Le témoin est traité à l'eau distillé.

Trois répétitions sont appliquées pour chaque essai de traitement, soit pour chacun des trois stades de développement de l'insecte et pour les trois dilutions des deux extraits alors qu'un témoin est traité à l'eau distillée.

Après pulvérisation, toutes les boîtes sont fermées à l'aide d'un ruban adhésif et du Parafilm, afin d'éviter que les individus ne s'échappent et éviter l'intrusion d'insectes prédateurs ou parasites. Les boîtes aussitôt fermées, sont placées dans la chambre d'élevage.

Des observations quotidiennes sont effectuées à l'aide d'une loupe binoculaire, à lumière froide afin de déterminer le taux d'éclosion, la durée d'incubation des œufs, et la mortalité provoquées par les traitements ; cela pour évaluer l'effet des extraits sur les œufs, les larves (L1) et les adultes.

II.2.5. - Exploitation des résultats

II.2.5.1. - Taux de mortalité

Le pourcentage de mortalité chez les trois stades traités aux différents extraits est calculé à l'aide de la formule suivante (**ACHEUK et DOUMANDJI-MITICHE, 2013**):

$$\text{Taux de mortalité} = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

II.2.5.2 - Calcul du temps léthal 50 (TL50)

Avant de calculer les TL50, le pourcentage de mortalité observé est corrigé par rapport au témoin selon la formule de Schneider.

Le temps léthal 50 (TL50) correspond au temps nécessaire pour que périssent 50% des individus exposés à une dose ou à une concentration déterminée (**RAMADE, 2007**). Ce même auteur note que le TL50 est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement.

Formule de Schneider : $MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$ où :

MC : taux de mortalité corrigé

M2 : taux de mortalité dans la population traitée

M1 : taux de mortalité dans la population témoin

II.2.5.3. - Analyse statistique

La phase de traitement par différents types d'extraits de trois plantes différentes et à différentes concentrations et sur trois stades de développement, nécessite une analyse statistique. Cette analyse permet une évaluation plus objective et offre la possibilité de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des actions réciproques entre facteurs.

D'après **DAGNELLIE (1975)**, l'analyse de la variance (ANOVA) consiste à étudier la comparaison des moyennes. Les données sont normalisées pour pouvoir faire une ANOVA. Toutes les analyses ont été effectuées par le programme R (R. foundation for statistical computing) version 3.2.0 (16/04/2015) en utilisant les packages « stats ».

Chapitre III

Résultats et discussion

Chapitre III - Résultats et discussions

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats qui concernent le taux d'éclosion, la période d'incubation des œufs, la mortalité provoquée chez le premier stade larvaire et chez les adultes ainsi que la TL 50 pour les deux stades (larve et adulte).

III.1. -Identification de l'espèce

L'étape de confirmation de l'espèce *E. ceratoniae* est nécessaire. Les dattes sont ramenées directement de la palmeraie afin d'augmenter la probabilité que l'espèce étudiée soit *E. ceratoniae*, selon **WERTHEIMER (1958)** et **LE BERRE (1978)**. L'observation des nervures alaires des papillons émergeant des dattes récoltées, permet de confirmer que ce sont bien celles d'*E. ceratoniae*. L'individualisation des nervures M2 et M3 de l'aile antérieure et postérieures est nécessaire (**LE BERRE, 1978 ; DHOUIBI, 2000**). Ces auteurs notent que la précision de cette nervation est un critère morphologique de différenciation entre le genre *Ectomyelois* et *Ephestia*, chez qui les nervures M2 et M3 sont confondues (photos. 35, 36 et 37).

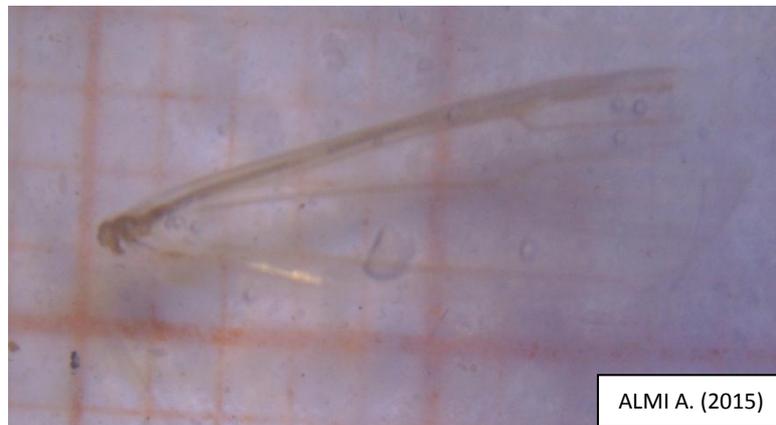


Photo 35 - Nervation de l'aile antérieure

Photo 36 - Nervures de l'aile antérieure

Photo 37- Nervures de l'aile postérieure

III.2. - Taux d'éclosion et période d'incubation

Pour chaque type d'extrait, les valeurs du taux d'éclosion en fonction du temps ainsi que la période d'incubation des œufs sont présentés.

III.2.1.- Œufs traités à l'extrait aqueux

L'utilisation de l'extrait aqueux montre que tous les œufs d'*E. ceratoniae* traités par les trois concentrations des extraits aqueux des trois plantes ainsi que les témoins, éclosent au quatrième jour après la ponte (fig. 4 à fig. 6). Cette période est nécessaire pour le développement embryonnaire.

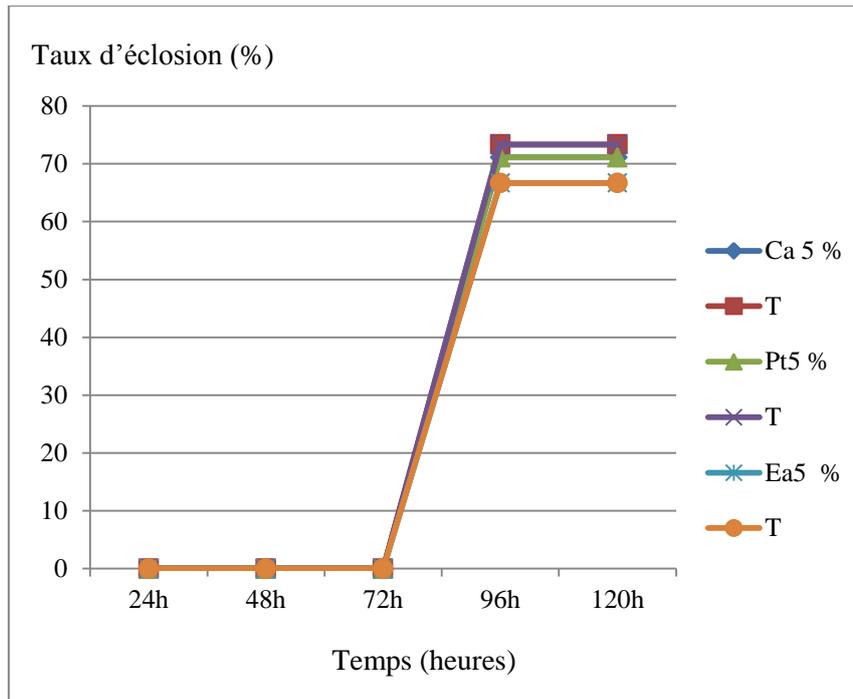


Figure 4 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 5%. T: Témoin ; Ea: *Ephedra alata*; Pt: *Pergularia tomentosa*; Ca: *Cleome arabica*

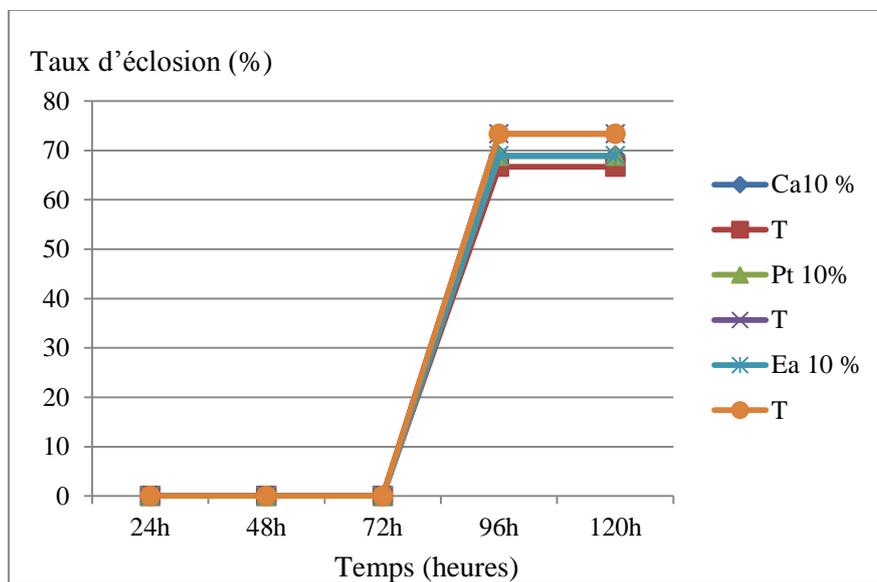


Figure 5 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 10%.

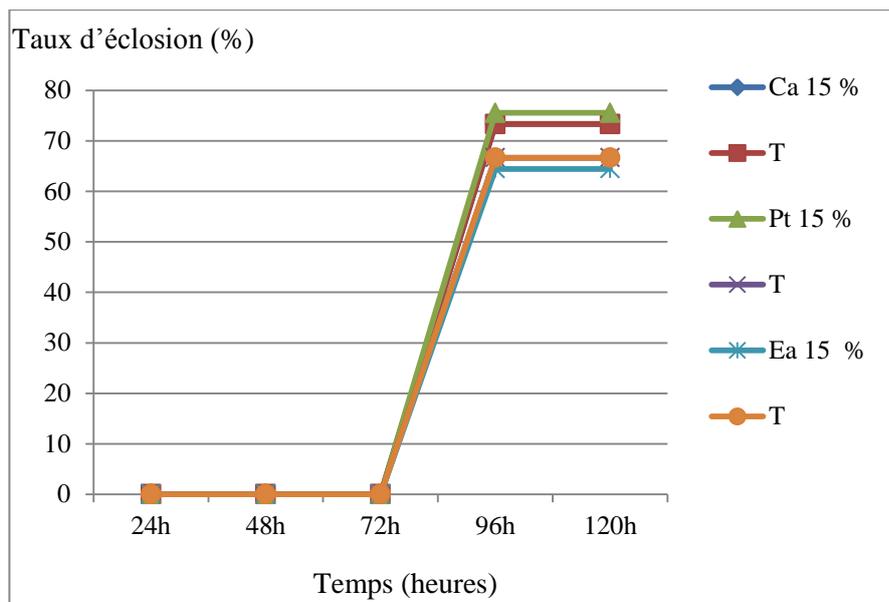


Figure 6 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités à l'extrait aqueux de trois plantes à 15%.

Le nombre d'œufs éclos après traitement par l'extrait aqueux de *C. arabica* avec différentes concentrations, varie entre 66,7% et 73,3% (fig. 4 à fig. 6). Par contre, ceux traités par *P. tomentosa* avec les concentrations 5%, 10% et 15% ont éclos suivant un taux qui varie entre 68,9% et 75,5%. L'éclosion des œufs traités par l'extrait aqueux d'*E. alata* avec les mêmes concentrations, fluctue entre 64,4% et 68,9%. Les témoins varient entre 66,7% et 73,3%. Ainsi, il n'existe pas de grande différence entre les témoins et les différents traitements.

III.2.2. - Œufs traités à l'extrait éthanolique

Les extraits éthanoliques des trois plantes ne provoquent pas le même effet sur les œufs.

L'allure des courbes représentant la période d'incubation des œufs traités par *C. arabica* et *E. alata* (fig. 7 à fig. 9), diffère de la courbe de *P. tomentosa*. Cette période représente la durée nécessaire pour la formation embryonnaire, soit 4 jours pour les œufs traités par les deux premières plantes et atteint jusqu'à 5 jours pour ceux traités par *P. tomentosa*.

La lecture des figures 7, 8 et 9 fait apparaître qu'au quatrième jour après la ponte, le taux d'éclosion des œufs traités par *C. arabica* varie entre 71,1% et 75,5% et ceux traités par *E. alata* fluctue entre 66,7% et 71,1%. Parallèlement, les témoins varient entre 66,7% et 73,3%, ces taux se stabilisent au quatrième jour après la ponte.

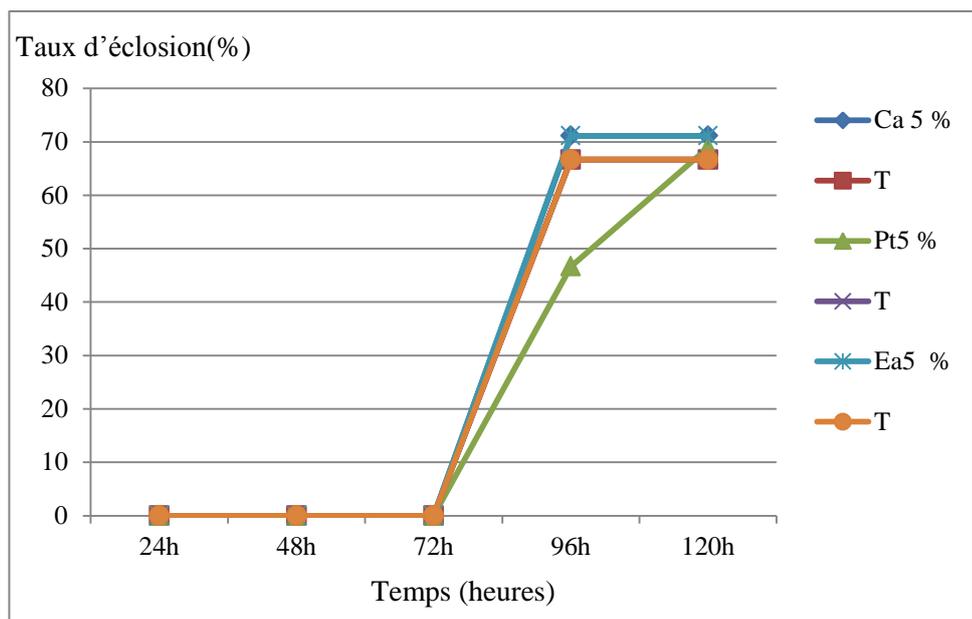


Figure 7 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 5%.

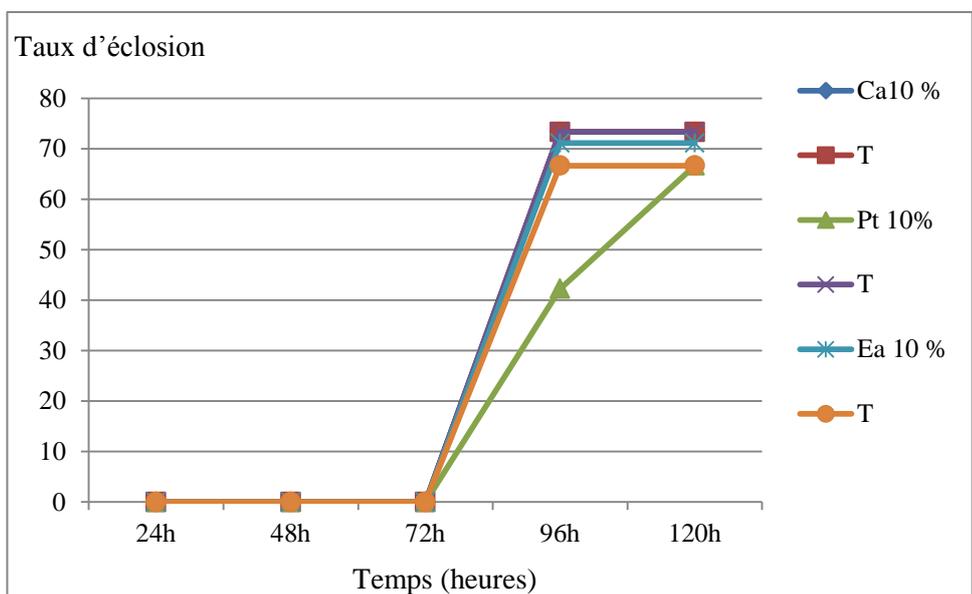


Figure 8 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 10%.

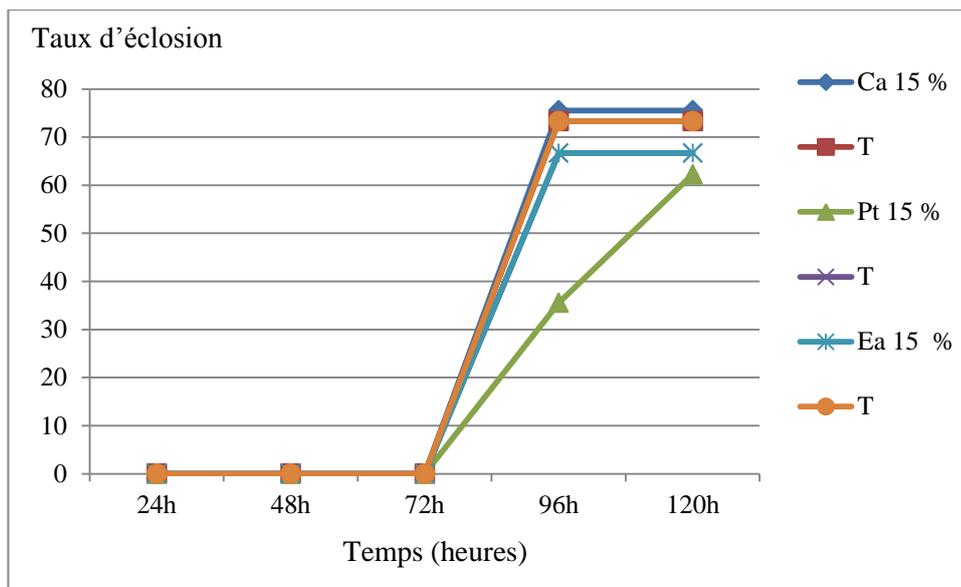


Figure 9 - Taux d'éclosion et période d'incubation des œufs traités par l'extrait éthanolique de trois plantes à 15%.

Les résultats affichent un taux d'éclosion des œufs traités par l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* qui varie entre 35,5% et 46,7% au 4^{ème} jour. Au 5^{ème} jour, le taux dépasse de 22,2% à 26,7% de plus de la journée précédente. Il est à noter que le taux d'éclosion chez les témoins, varient entre 66,7% et 73,3%, où les œufs éclosent tous au quatrième jour. Pour *P. tomentosa*, le taux d'éclosion le plus élevé enregistré après 5 jours, correspond à 68,9% pour la concentration 5%. A la concentration 10%, le taux d'éclosion est de 66,7%. Par contre, le taux le plus faible correspond à 62,2% noté pour la concentration 15%.

III.2.3. - Discussion

En l'absence de travaux ayant utilisé les mêmes extraits et plantes sur les œufs de la pyrale de dattes, les résultats obtenus en ce qui concerne la période d'incubation des œufs traités par les extraits aqueux des trois plantes (fig. 4 à fig. 6) ainsi que les extraits éthanoliques de *C. arabica* et *E. alata* (fig. 7 à fig. 9) et qui évoquent 4 jours d'incubation, sont en accord avec ceux des auteurs ayant travaillé sur la période d'incubation des œufs d'*E. ceratoniae* non traités. Ainsi, **LE BERRE (1978)** confirme que les œufs éclosent 3 à 4 jours après la ponte ; **AL-RUBEAI (1987)** obtient 3,6 jours à 28°C ; **NOUROUZI et al. (2008)** notent 3,05 jours. **AOUN et DEFLI (2013)** montrent qu'à 25°C, la durée d'incubation est de 4,53 jours, par contre à 35° C cette période arrive à 3,80 jours, et à une température de 30° C, les œufs sont incubés durant 3,17 jours.

De même, **MEHAOUA (2014)** annonce 3,7 à 3,9 jours d'incubation à une température de 28 à 30°C. Ceci signifie que ces traitements aqueux avec différentes concentrations de différentes plantes et les extraits éthanoliques de *C. arabica* et *E. alata* avec les mêmes concentrations, n'ont aucun effet sur la période d'incubation des œufs de cet insecte. Néanmoins, les résultats actuels de l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* en ce qui concerne la période d'incubation, soit jusqu'à 5 jours après la ponte (fig. 7, fig. 8, fig. 9) peuvent être la conséquence de substances allélochimiques contenues dans l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* et qui retardent la période d'incubation de 1 jour. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par **LE BERRE (1978)**, **AL-RUBEAI (1987)**, **NOUROUZI et al. (2008)**, **AOUN et DEFLI (2013)** et **MEHAOUA (2014)**.

Les variations enregistrées au niveau du taux d'éclosion des œufs (traités ou témoins) (fig. 4 à fig. 9), sont proches de celles annoncées par **HADJEB (2010)** qui note un taux variant entre 54 et 95% et **MEHAOUA (2014)** qui trouve un taux entre 34 et 76% chez des œufs non traités. Les fluctuations enregistrées peuvent être dues au fait que l'accouplement ne semble pas avoir lieu pour toutes les femelles au sein de la population. Ceci est confirmé par **GOTHILF (1968)**.

Les actuels résultats montrent qu'il n'y a pas d'impact des extraits des plantes utilisées sur le taux d'éclosion des œufs. L'observation des œufs traités par l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* à la concentration 15% montre une déformation des œufs (photo 38 à photo 40 et photo 42) comparé à des œufs fertiles normaux (photo 41 et photo 43). Ceci laisse supposer que les œufs sont sensibles à l'extrait éthanolique de *P. tomentosa*. **REGNAULT et al. (2008)** montrent que des molécules allélochimiques végétales peuvent avoir des effets sur la fertilité des œufs. Ainsi, certains métabolites secondaires ont des effets ovocides, telles que les huiles essentielles de *P. harmala* qui diminuent le taux d'éclosion des œufs d'*E. ceratoniae* jusqu'au 8,4% (**BENAOUDA, 2013**), l'azadiractine qui diminue la fertilité des œufs d'*E. ceratoniae* après traitement des adultes femelles (**MEHAOUA, 2014**). L'extrait éthanolique contiendrait donc des composés responsables d'un tel effet sur les œufs. En effet, l'explication viendrait du fait que *P. tomentosa* est riche en alcaloïdes (**BOURMITA et al., 2013**), elle contient des saponines et des flavonoïdes (**HASSAN et UMAR, 2007 cité par BOUHMAMA, 2013**). **BOUCHELTA et al. (2005)** prouvent l'activité biocide des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes à partir de l'extrait des fruits de *Capsicum frutescens* sur les œufs de *Bemisia tabaci*, qui donne une mortalité corrigée entre 35% et 59% pour les alcaloïdes, de 14% à 31% pour les saponines et de 10% à 14% pour les flavonoïdes, Ces composés ont un pouvoir toxique sur les œufs avec un pourcentage plus élevé sous l'effet des alcaloïdes.

III.2.4. - Exploitation statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance après normalisation des data. Le tableau 4 résume l'effet plante, l'effet temps, et l'effet plante-temps sur le taux d'éclosion.

Tableau 4 - Analyse de la variance de l'effet plante et temps sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	540	270	12,18	7,76 (10) ⁻⁰⁶ ***
Temps	4	402653	100663	4536,18	< 2(10) ⁻⁰⁶ ***
Plante:Temps	8	1443	180	8,13	4,46 (10) ⁻¹⁰ ***
Residuals	345	7656	22		

L'observation des valeurs de la probabilité (P) montrent des différences hautement significatives que se soit pour l'effet plante ($p = 7,76 \cdot 10^{-06}$) ou pour l'effet temps ($p < 2 \cdot 10^{-16}$), ainsi que pour la combinaison entre eux ($P = 4,46 \cdot 10^{-10}$), ce qui signifie qu'il y a un effet des facteurs plante et temps sur le taux d'éclosion. Cependant, il n'y a pas de différence significative (tab. 5) ni pour l'effet plante ($P = 0,794$) ni pour l'effet extrait ($p=0,848$) non plus pour la combinaison plante-extrait ($p = 0,915$).

Tableau 5 - Analyse de la variance de l'effet plante et extrait sur les œufs

	Df	SumSq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	540	270,2	0,231	0,794
extrait	2	386	193,1	0,165	0,848
Plante:extrait	4	1129	282,3	0,242	0,915
Residuals	351	410237	1168,8		

L'analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les œufs (tab. 6), révèle qu'il n'y a pas de différence significative, que se soit pour l'effet plante ($P = 0,796$), l'effet concentrations ($P = 0,997$) sur le taux d'éclosion ($p = 0,848$) ni pour l'effet plante-extrait ($p = 0,915$) et plantes concentrations ($P = 1,000$).

Tableau 6 - Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	540	270,2	0,229	0,796
Concentration	3	62	20,6	0,017	0,997
Plante:concentration	6	242	40,3	0,034	1,000
Residuals	348	411449	1182,3		

Par ailleurs, les extraits aqueux de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* et les extraits éthanoliques de *C. arabica* et *E. alata* n'ont pas d'influence sur le taux d'éclosion ou la période d'incubation (fig. 4 à fig. 9). Néanmoins, l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* a conduit à un changement de la durée d'incubation, ce qui suggère que le type d'extraction aurait un effet sur la période d'incubation. L'analyse plante par plante donnerait plus de détails (tab.7 à tab.12).

Tableau 7 - Analyse de la variance de l'effet extraits de *C. arabica* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Extrait	2	22	11,1	0,009	0,991
Residuals	117	149749	127,9		

Le tableau 7 laisse apparaître que l'analyse de la variance montre que le type d'extraction n'a pas d'influence sur les œufs ($P = 0,991$). De même, la différence n'est pas significative pour l'effet de concentrations (tab. 8) sur les œufs ($P = 0,999$).

Tableau 8 - Analyse de la variance de l'effet concentrations de *C. arabica* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
concentrations	3	40	13,3	0,01	0,999
Residuals	116	149731	1290,8		

Pour *P. tomentosa*, l'ANOVA appliquée pour vérifier l'effet extrait et l'effet concentration sur les œufs le quatrième et le cinquième jours (jours équivalents aux jours d'éclosion), montre qu'il y a une différence hautement significative ($P = 1,58 \cdot 10^{-07}$) ce qui signifie qu'il y a un effet des extraits sur les œufs (tab.9).

Tableau 9 - Analyse de la variance de l'effet extrait de *P. tomentosa* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Extrait	2	3582	1791,1	22,63	$1,58(10)^{-07} ***$
Residuals	45	3561	79,1		

Par contre, aucune différence significative ($P=0.333$) observée pour l'effet concentration, ce qui traduit que les concentrations n'ont pas d'effet sur les œufs (tab.10).

Tableau 10 - Analyse de la variance de l'effet concentration de *P. tomentosa* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
concentrations	3	527	175,5	1,167	0,333
Residuals	44	6617	150,4		

Les tableaux 11 et 12 montrent que les deux probabilités sont supérieures à 0,05 ($P=0,974$, $P=0,997$), donc la différence n'est pas significative, ce qui signifie que ni les extraits ni les concentrations d'*E. alata* n'ont d'influence sur les œufs.

Tableau 11 - Analyse de la variance de l'effet extrait d' *E. alata* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Extrait	2	60	30,1	0,026	0,974
Residuals	117	135178	1155,4		

Tableau 12 - Analyse de la variance de l'effet concentration de *E. alata* sur les œufs

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
concentrations	3	53	17,8	0,015	0,997
Residuals	116	135185	1165,4		

III.3. - Effet des extraits des plantes sur les larves néonates

III.3.1. - Effet des extraits aqueux

Les figures 10, 11 et 12 représentent l'évolution temporelle du pourcentage de mortalité cumulée, enregistrée dans les différents lots témoins et traités, par les extraits aqueux des trois plantes aux concentrations 5%, 10% et 15% respectivement.

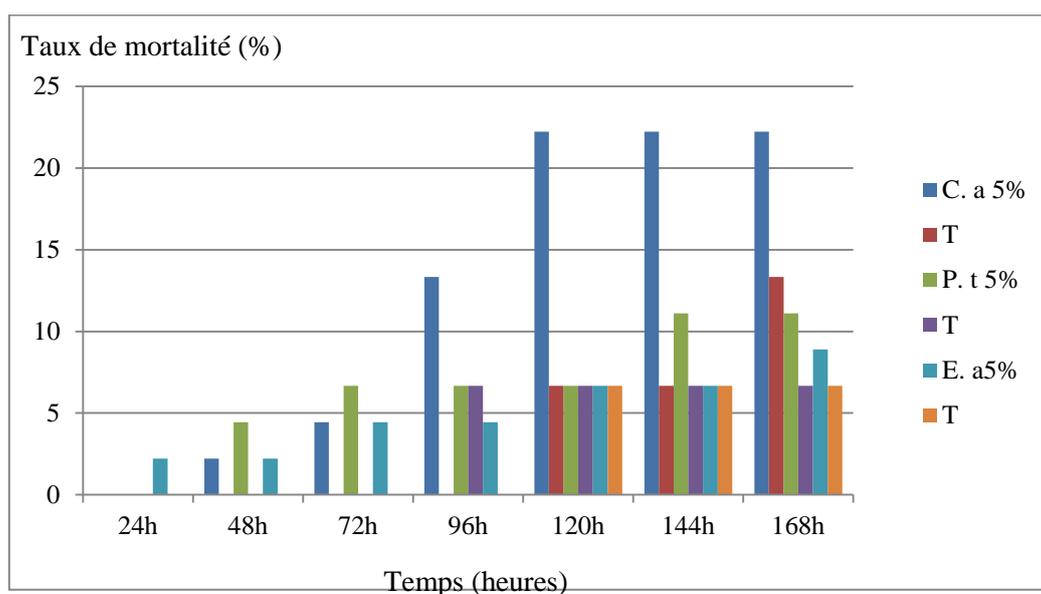


Figure 10 - Evolution temporelle du taux de mortalité de larves L1 traitées par les extraits aqueux de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à concentration 5%

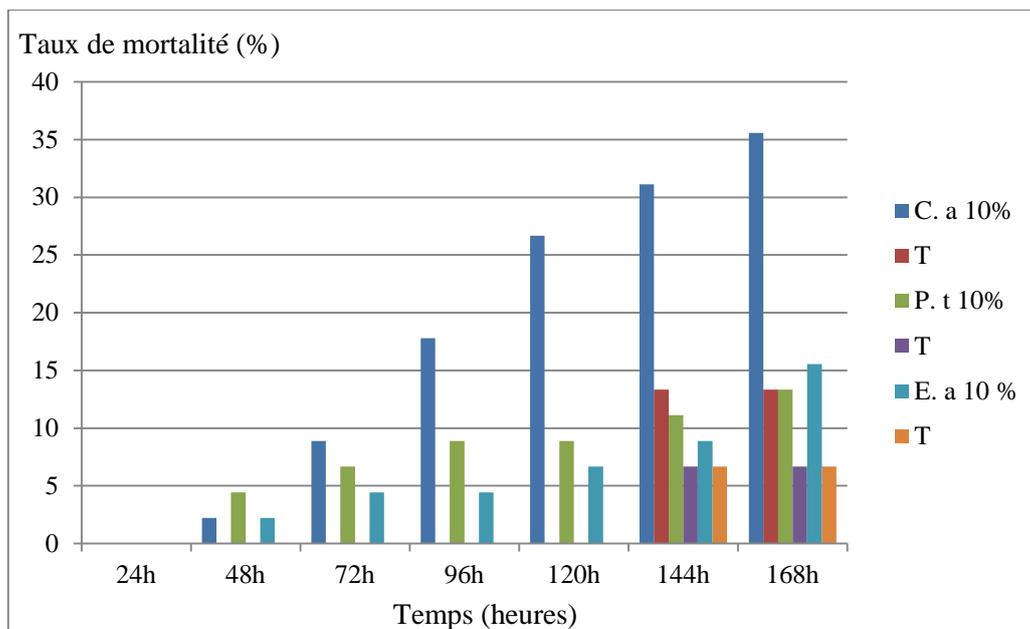


Figure 11 - Evolution temporelle du taux de mortalité des larves L1 traitées par les extraits aqueux de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à concentration 10%

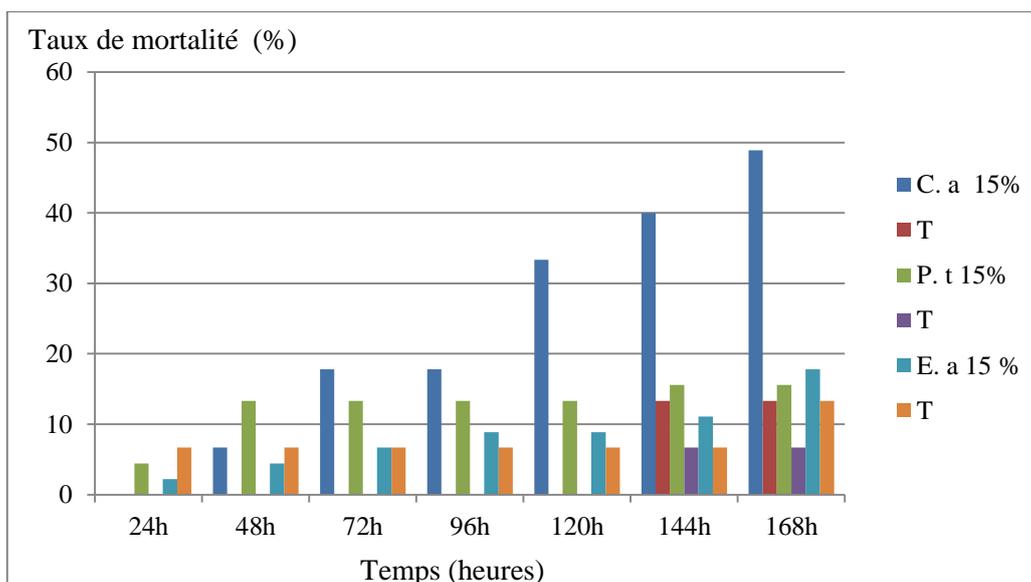


Figure 12– Evolution temporelle du taux de mortalité des larves L1 traitées par les extraits aqueux de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à concentration 15%.

La toxicité chez les larves L1, diffère en fonction de l'espèce végétale testée (fig. 10 à fig. 12), et les taux de mortalité sont corrélés positivement aux différentes concentrations utilisées pour les trois plantes.

L'effet des extraits aqueux des trois plantes testées commence généralement après 48 heures du début de traitement ; c'est le cas de *C. arabica* pour ses trois concentrations, de *P. tomentosa* à 5% et à 10% et d'*E. alata* à 10 %. Il convient également de mentionner que l'exposition prolongée (168 h) des larves aux différentes concentrations des extraits aqueux n'induit pas une mortalité de 50%.

Le suivi chronologique de l'effet de l'extrait de *C. arabica* à 5% (fig. 10 et fig. 12) montre une augmentation du taux de mortalité de 2,2% après 48h jusqu'à 22,2% à 120 h. Une stagnation est notée pendant les trois derniers jours avec un même taux de mortalité (22,2%). Ceci peut être expliqué par le fait que la quantité des substances bioactives est faible dans cette concentration ou la rémanence du principe actif ne dure pas au-delà de 120 h à cette concentration. En parallèle, la première mortalité est enregistrée chez le témoin après 120 heures (6,7%), elle atteint 13,3% après 168 heures.

Cependant, aux concentrations 10% et 15% de la même plante, on assiste à une corrélation positive entre le taux de mortalité et le temps. En effet, la mortalité à 48h qui est 2,2% pour la concentration 10% et 6,7% pour la deuxième concentration (photo. 44), arrive à 35,6% et à 48,9% pour les concentrations 10% et 15% respectivement après 168 h de traitement. Le témoin affiche un taux de mortalité de 13,3%, enregistré après 144 heures et qui demeure stable jusqu'à 168 heures. Il est à noter que l'extrait aqueux de *C. arabica* à la plus forte concentration (15%) ne tue pas 50% de la population traitée, même après 7 jours de traitement ; le taux enregistré est de 48,9%.

Concernant le traitement par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*, il révèle une faible corrélation entre le taux de mortalité-temps-concentrations ; le taux de mortalité affiche 4,4% après 24h pour la concentration 15% (photo. 45). Ce même taux est enregistré après 48h pour les concentrations 5% et 10%. A la fin de la durée du traitement, soit 7 jours, les taux de mortalité sont de 11,1%, 13,3% et 15,6% respectivement pour les concentrations 5%, 10% et 15% (fig.10 à fig. 12). Ces taux enregistrés le dernier jour du traitement, sont légèrement plus élevés que ceux du témoin (6,7%).



Photo 44 - larve morte sous l'effet de l'extrait aqueux de *C. arabica* 10%



Photo 45 - larve morte sous l'effet de l'extrait aqueux de *P. tomentosa* 15%

Pour ce qui est de l'effet d'*E. alata* (extrait aqueux) sur les larves L1, il s'avère que le taux de mortalité est de 2,2% dès les premières 24h après les traitements aux concentrations 5% et 15%, alors qu'il est nul à 10% (fig.10, 11 et 12). Cependant, au même moment, le taux de mortalité enregistrée chez le témoin est supérieur et correspond à 6,7% chez la concentration 15% et il est nul chez les deux autres concentrations. De ce fait, cette mort naturelle peut être due à une fragilité des larves néonates et non à l'effet du traitement.

Un suivi temporel du taux de mortalité montre un faible impact du temps, puisque le taux de mortalité enregistré le premier jour (2,2%) passe à 8,9% pour la plus basse concentration (fig. 10 et fig. 13) et atteint 15,6% et 17,8% pour les concentrations 10% et 15% respectivement au 7^{ème} jour (fig. 11, fig. 12, fig. 14 et fig. 15). Chez le témoin, la mortalité passe de 6,7% à 13,3% à la fin du test.

A la vue des figures 14 et 15, la comparaison entre le taux de mortalité provoquée par les deux extraits de *P. tomentosa* et *E. alata* (concentrations 10% et 15%) à la fin de la période de traitement, révèle que la mortalité provoquée par *E. alata* (15,6% et 17,8%) est supérieure à celle provoquée par *P. tomentosa* (13,3% et 15,6%). Cependant, la comparaison entre la mortalité chez la population traitée et ses témoins prouve l'efficacité de *P. tomentosa* par rapport à *E. alata*.

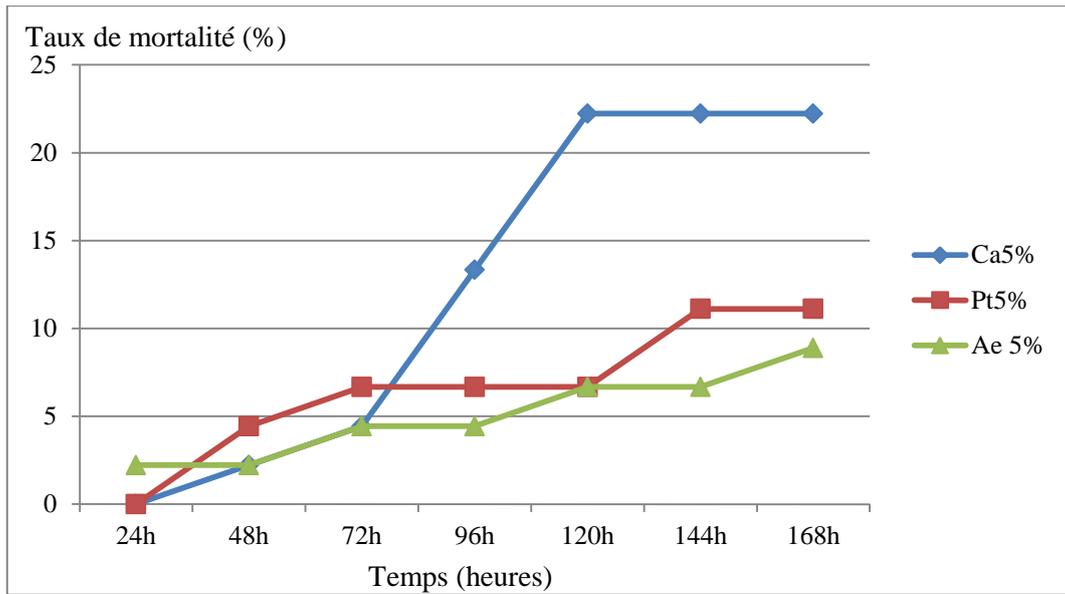


Figure 13 - Effet des extraits aqueux de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 5%

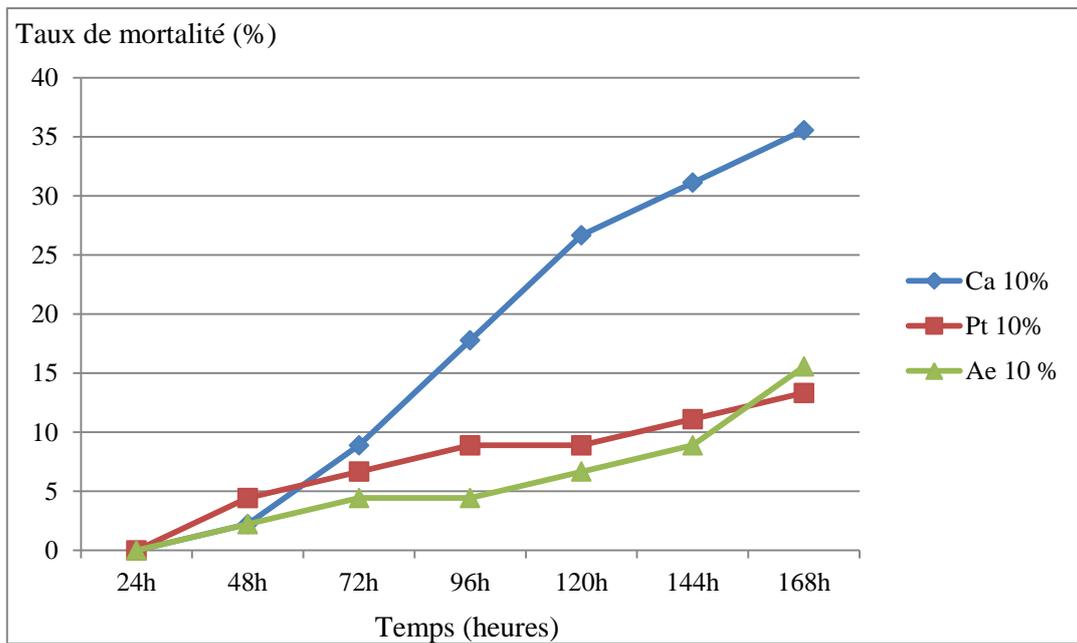


Figure 14 - Effet des extraits aqueux de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 10%

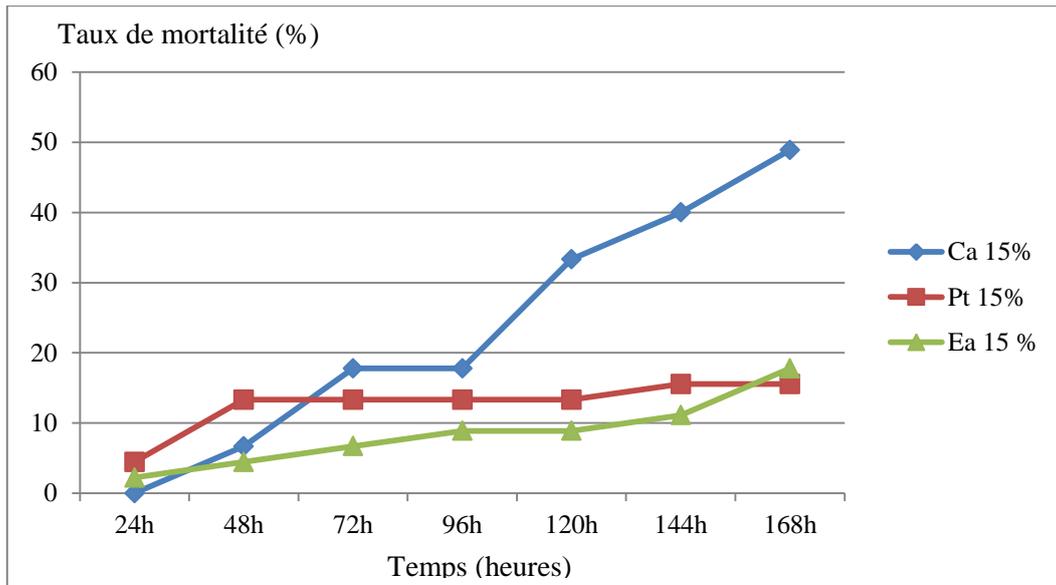


Figure 15 - Effet des extraits aqueux de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 15%

III.3.2. - Effet des extraits éthanoliques

Les extraits éthanoliques des trois plantes testées exercent un effet différent l'un de l'autre (fig. 16, 17 et 18). La mortalité débute après 24 heures pour *C. arabica* (15%), *P. tomentosa* (5%, 10% et 15%) et *E. alata* (15%). Après 48h, apparaissent les effets de *C. arabica* à 5% et à 10%, et d'*E. alata* à 10%, tandis que *E. alata* (5%) ne donne d'effet qu'après 96 heures.

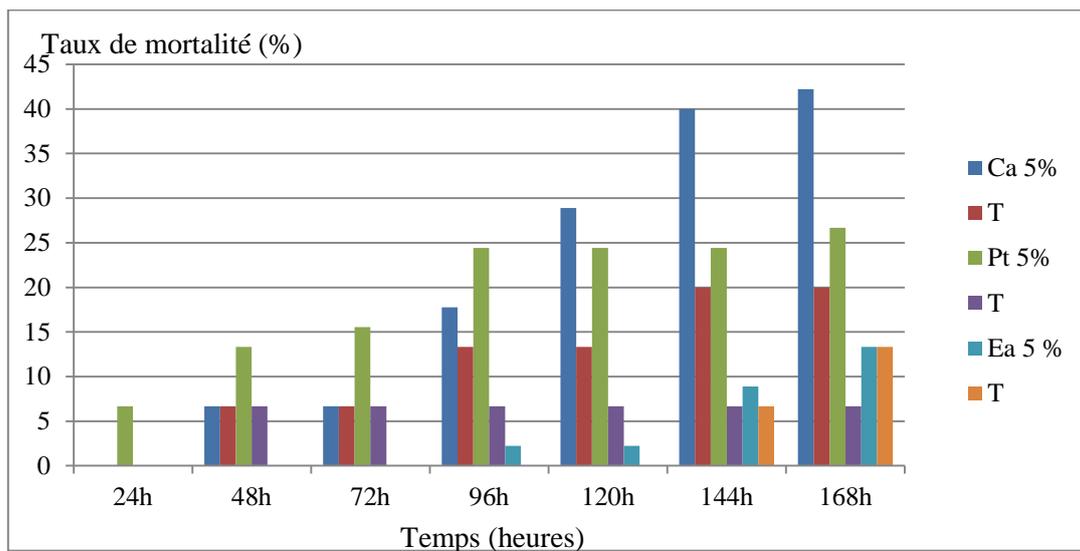


Figure 16– Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à concentration 5%

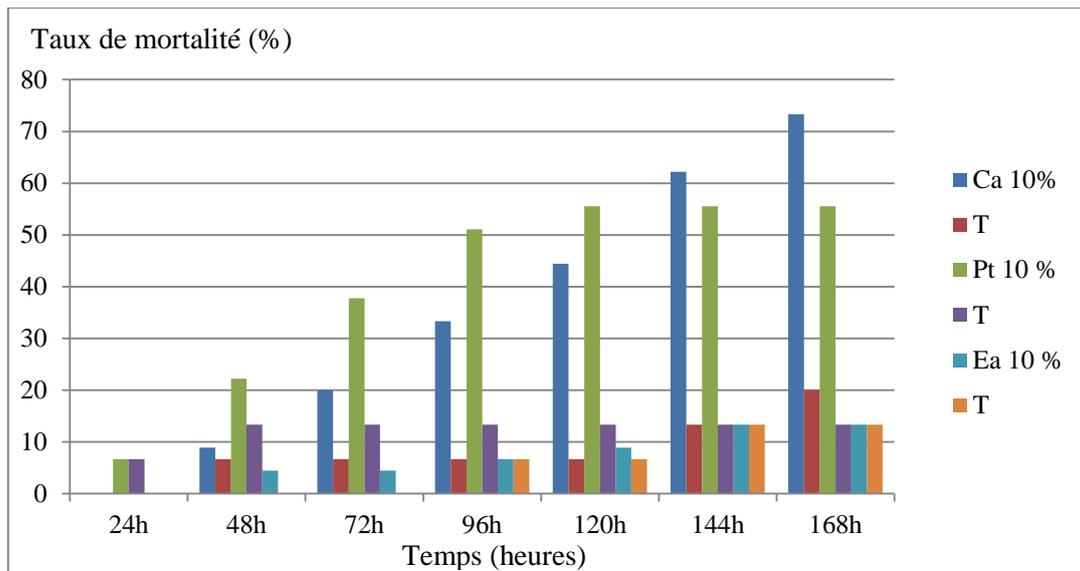


Figure 17 - Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à concentration 10%

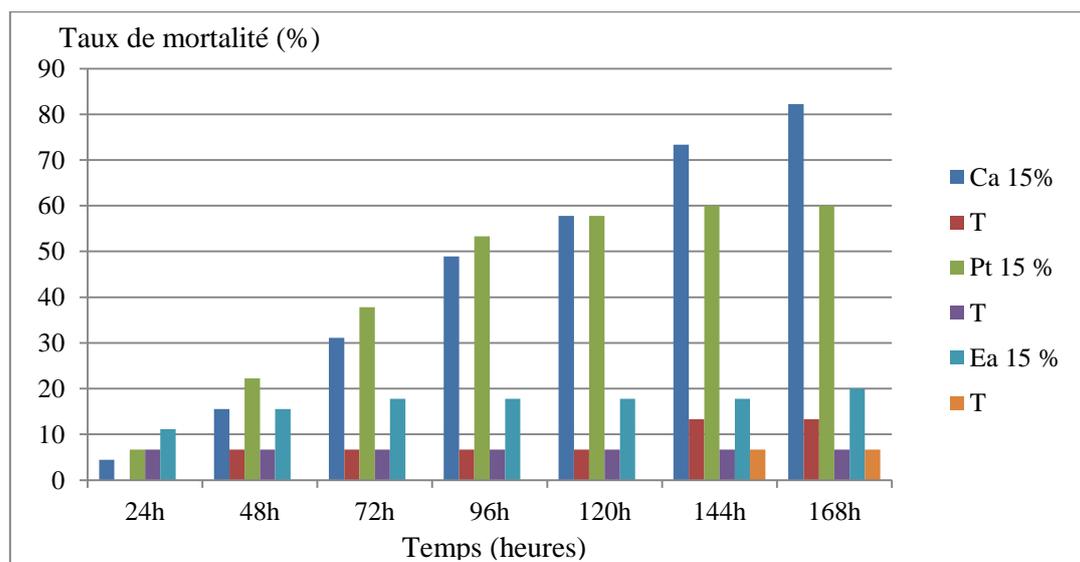


Figure 18 - Evolution chronologique du taux de mortalité des larves L1 traitées par des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à concentration 15%

Le début d'action d'un extrait donne une indication sur l'efficacité de ce dernier. Il est probable aussi que le (s) mode (s) d'action d'un extrait ait une influence sur cette durée.

Les plantes testées ont provoquées une mortalité chez les larves de premier stade (photos.46 à 48). Cependant le suivi des résultats à partir des figures 16 à 18, montre l'existence d'une corrélation positive entre le temps et le taux de mortalité, particulièrement pour *C. arabica*.

Les taux de mortalité provoquée après 24 heures du traitement par *C. arabica* à la concentration 15% est de 4,5% avec un taux de mortalité nul chez le témoin. Par ailleurs, l'effet aux concentrations 5% et 10% ne commence qu'après 48 heures du traitement, les taux de mortalité correspondent à 6,7% et 8,9% respectivement. Au 7^{ème} jour de traitement, les taux de mortalité atteignent 42,2%, 73,3% et 82,2% respectivement pour les concentrations 5%,10 et 15 %. De même, chez le témoin la mortalité nulle chez le premier jour, atteint 13,3% (concentration 15%) et 20% (concentration 5 % et 10 %) en fin de test. Concernant *P. tomentosa* , une mortalité de 6,7% est notée après 24 heures pour les trois concentrations et atteint 26,7% à 168 h pour la concentration 5%. L'extrait éthanolique à 10% provoque la mort de 55,6% des larves L1 à 120 heures, ce taux se stabilise jusqu'à 168 heures tandis que la concentration la plus élevée provoque 60% de mortalité les deux derniers jours du traitement. Il en ressort qu'il existe une corrélation entre le taux de mortalité et la concentration des extraits pour les trois plantes. Il est à noter que les extraits éthanoliques des trois plantes à la concentration 5% ainsi que ceux d'*E. alata* aux concentrations 10% et 15%, n'arrivent pas à tuer 50% de la population traitée.

Pendant les quatre premiers jours, l'effet de l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* sur la mortalité des larves est supérieur à celui de *C. arabica*. Par la suite, le taux de mortalité provoqué par *C. arabica* évolue, contrairement à *P. tomentosa* qui reste généralement stable ; peut être à cause du type d'action et de la rémanence de chaque extrait de plante.

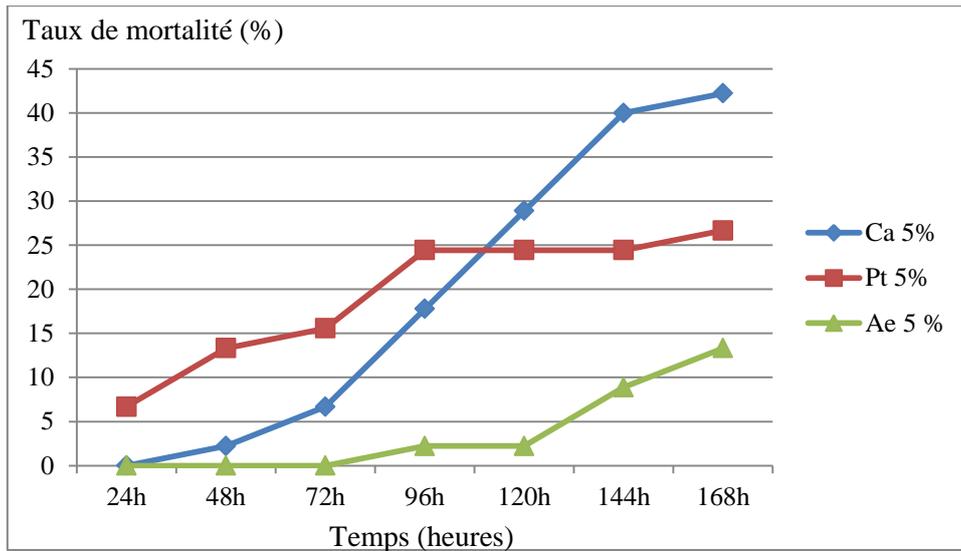


Figure 19 - Effet des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 5%

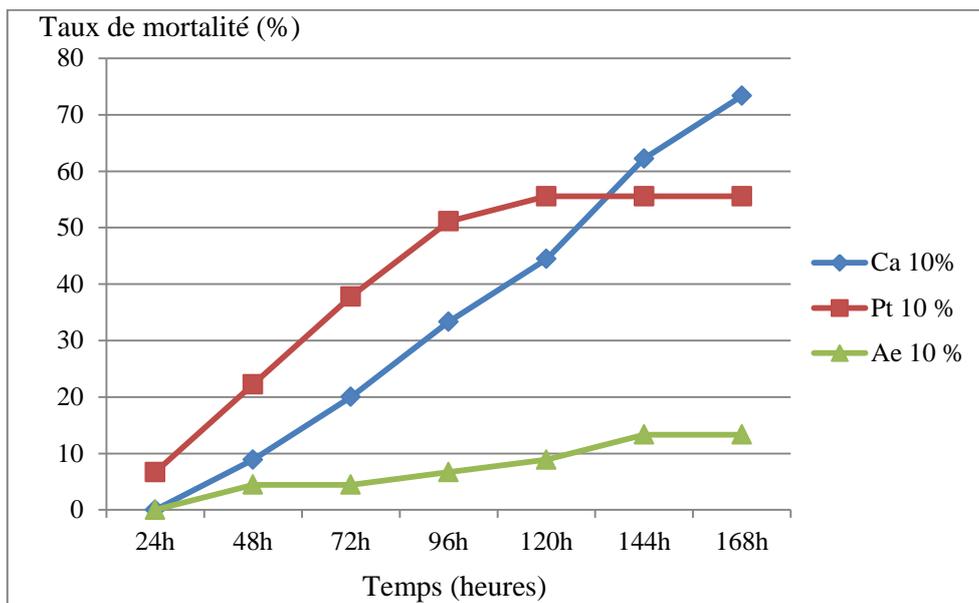


Figure 20 - Effet des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 10%.

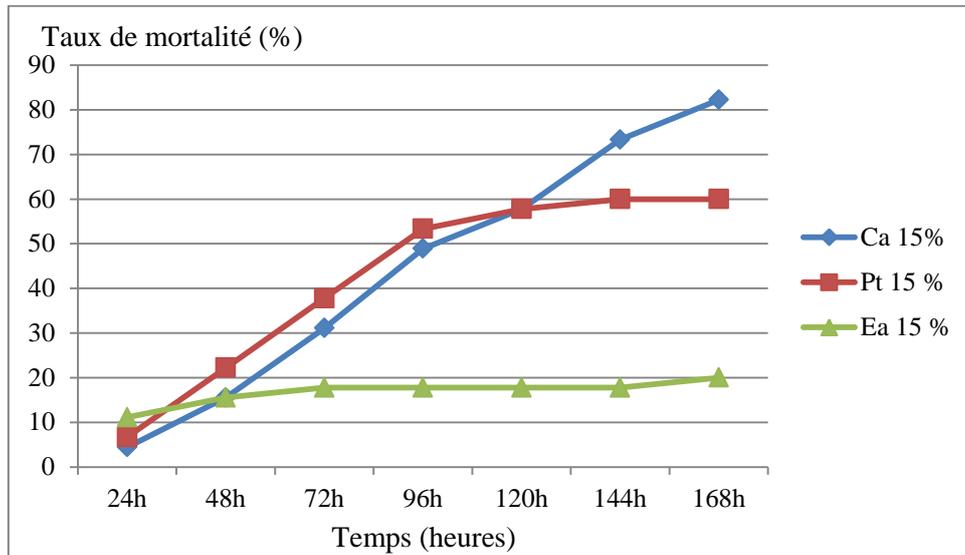


Figure 21 –Effet des extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* à la concentration 15%

III.3.3. - Discussion

L'effet des extraits aqueux et éthanoliques des plantes montrent que celui d'*E. alata* n'est pas marquant sur les larves du premier stade, mise à part l'extrait éthanolique à 15% avec un faible taux de mortalité ne dépassant pas 20%. En sachant que le témoin affiche une mortalité de 6,7%, il est possible que la plante elle-même ne soit pas riche en substances bioactives agissant sur les L1. A ce titre, **KAMASSI (2008)** ne constate pas d'effet d'*E. alata* sur les L5 du criquet pèlerin. Comme il est susceptible que le type d'extraction adopté lors de ce test, n'offre pas la possibilité d'extraire les substances nécessaires et en mesure de provoquer ou d'induire une mortalité plus conséquente chez les larves.

Dans l'ensemble, ces résultats démontrent une variabilité entre les trois plantes testées. Certaines prouvent une efficacité avec succès contrairement à d'autres.

En effet, des travaux antérieurs prouvent que certains principes actifs de plantes peuvent être utilisés pour lutter contre les animaux ou les parasites (**PHILOGENE, 1991 ; LECLERC, 1999 ; BENHAMOU, 2009**), néanmoins, les variations enregistrées au niveau du taux de mortalité

peuvent être dues aux fluctuations de teneurs des composants phytochimiques des plantes testées. Par conséquent, il est éventuel que la mortalité constatée au niveau des différents lots traités soit la répercussion de métabolites secondaires des différentes plantes utilisées.

La mortalité des L1 provoquée par *C. arabica* et *P. tomentosa*, prouve leur pouvoir insecticide grâce aux métabolites secondaires, dont l'enquête phytochimique de *C. arabica* a conduit à l'isolement de composés phénoliques, d'alcaloïdes (TAKHI et al., 2011) et un triterpène de damarane (KHALFALLAH et al., 2009). ISMAIL et al. (2005) décrivent des glycosides de flavonol connus, tels que le 3-O-glucopyranosides de la quercétine, le kaempférol, l'isorhamnétine et 7-O-rhamnopyranosides 3-O-glucosyl-, 3, 7-di-Orhamnopyranosides.

Ainsi, le criblage phytochimique de *P. tomentosa*, réalisé par **BOURMITA (2014)**, montre sa richesse en saponosides, tannins, stérols insaturés, terpènes, alcaloïdes, flavonoïdes et cardinolides.

Des études antérieures indiquent les effets de ces composés allélochimiques, capables de provoquer des perturbations physiologiques. C'est le cas des alcaloïdes qui dissuadent les insectes phytophages, affectent le système nerveux et la division cellulaire (**NABORS, 2008**), et ont une propriété toxique et paralysante sur les insectes (**REGNAULT-ROGER et al., 2005**). En plus des alcaloïdes, des phénols comme les tanins et les flavonoïdes qui agissent sur la croissance et la survie des phytophages agresseurs (**VINCENT et CODERRE, 1992**), ils jouent un rôle antinutritionnel (**REGNAULT-ROGER, 2005 ; BOURMITA, 2014**), inhibiteur de la digestion. Ils inhibent la motricité de l'individu avant de provoquer sa mort (**REGNAULT-ROGER et al., 2005**). Ce dernier affirme que les terpènes ont des effets larvicides aux stades néonatal et ultérieur. De même, les saponines sont des composés toxiques (**THIERRY et al., 2012**)

Des travaux similaires prouvent l'effet insecticide de *C. arabica* sur les larves du troisième stade de *Spodoptera littoralis* (noctuelles du coton) ; l'extrait méthanolique des feuilles et des tiges de *C. arabica* provoque une mortalité de 56,66% au bout de sept jours et atteignant 80,63% sous l'effet de l'extrait méthanolique des siliques (**LADHARI et al., 2013**). Ainsi, l'extrait acétonique de cette plante cause une mortalité de 16,7% des L5 de *Schistocerca gregaria* après 15 jours (**KAMASSI et al., 2012**) et de 33,33% chez les adultes de la même espèce (**KAMASSI, 2008**). D'autres travaux sur l'activité de *P. tomentosa* contre des

insectes indiquent que l'extrait aqueux de cette plante à une concentration de 15%, provoque une mortalité de 53,33% chez les larves de troisième stade de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) selon **BOUREGA (2014)**. En outre, **ACHEUK et DOUMANDJI-MITICHE (2013)**, déclarent que 96% des L5 de *Locusta migratoria* sont tuées sous l'effet de l'extrait alcaloïdal de *P. tomentosa*. Cette plante a été utilisée aussi efficacement contre les termites par **BOURMITA (2014)**.

Des études sur la sensibilité des larves d'*E. ceratoniae* aux substances actives d'origine végétale évoquent plusieurs plantes spontanées. C'est le cas de l'extrait méthanolique de *Thapsia garganica*. Cette espèce tue en 24 heures, 91,66% des L5 contre 25% de mortalité sous l'effet de son extrait aqueux. L'extrait méthanolique d'*Euphorbia peplus*, cause la mort de 83,33% après 24 heures de traitement alors que son extrait aqueux n'induit que la mortalité de 8,33% (**DRIHEM, 2013**).

Pour ce même insecte, l'extrait méthanolique de *Zygophyllum cornutum* prend effet après 24h et arrive à tuer 66,66% des L5 contre 25% pour son extrait aqueux (**GUIDOUAM, 2013**).

BENAOUDA (2013), évoque l'extrait aqueux de *Peganum harmala*, efficace contre L4 de la pyrale des dattes puisqu'il provoque une mortalité de 70% le 14^{ème} jour après traitement.

En plus, l'extrait méthanolique de *P. tomentosa* à une concentration de 50% donne une mortalité de 41,66% après 30 minutes de traitement des L5 et l'extrait aqueux provoque une mortalité de 8,33 % après 24 heures (**GUIDOUAM, 2013**).

Il est à noter que les résultats de la présente étude sont en accord avec d'autres travaux (**SCHMELZER et GURIB, 2008 ; DRIHEM, 2013 ; GUIDOUAM, 2013 ; LADHARI et al., 2013**) sur le fait que chez les insectes, les extraits organiques donnent des résultats meilleurs et plus significatifs que les extraits aqueux.

III.3.4. - Exploitation statistique

L'analyse de la variance de l'effet plante et extrait sur les larves de premier stade (tab.13) révèle que la différence de ces derniers est hautement significative, que ce soit pour l'effet plante ($P < 2.10^{-16}$) ou l'effet extrait ($P < 2,10^{-16}$) et même pour la combinaison entre eux ($P = 1,23.10^{-07}$).

Tableau 13 - Analyse de la variance de l'effet plante et extrait sur les néonates

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	14674	7337	55,635	$< 2(10)^{-16}$ ***
Extrait	2	25388	12694	96,258	$< 2(10)^{-16}$ ***
Plante:Extrait	4	5170	1293	9,801	$1,23(10)^{-07}$ ***
Residuals	495	65278	132		

D'après l'analyse de la variance concernant l'effet plante et temps (tab. 14), il est à remarquer que la différence est hautement significative pour l'effet plante ($P < 2.10^{-16}$), pour l'effet temps ($P < 2.10^{-16}$) ainsi que pour la combinaison entre eux ($P = 3,93.10^{-06}$).

Tableau 14 - Analyse de la variance de l'effet plante et temps sur les néonates

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	14674	7337	51,720	$< 2(10)^{-16}$ ***
Temps	6	20325	3388	23,880	$< 2(10)^{-16}$ ***
Plante: Temps	12	6994	583	4,109	$3,93(10)^{-06}$ ***
Residuals	483	68517	142		

Le même type d'analyse (tab.15) montre que la différence est aussi hautement significative pour l'effet plante ($P < 2.10^{-16}$), l'effet concentration ($P < 2.10^{-16}$) et aussi pour la combinaison entre eux ($P < 2.10^{-16}$).

Tableau 15 - Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les néonates

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	14674	7337	54,775	$< 2(10)^{-16}$ ***
Concentration	3	26306	8769	65,465	$< 2(10)^{-16}$ ***
Plante: concentration	6	3629	605	4,516	0,000181 ***
Residuals	492	65901	134		

III.3. - Effet des extraits sur les adultes

III.3.1. - Effet des extraits aqueux

Les figures 22, 23 et 24 représentent les taux de mortalité provoquée par les extraits aqueux des trois plantes testées pendant les trois jours qui suivent le traitement. Il est à remarquer que la mortalité est provoquée dès le premier jour du traitement, sauf pour *E. alata* aux concentrations 5% et 10%.

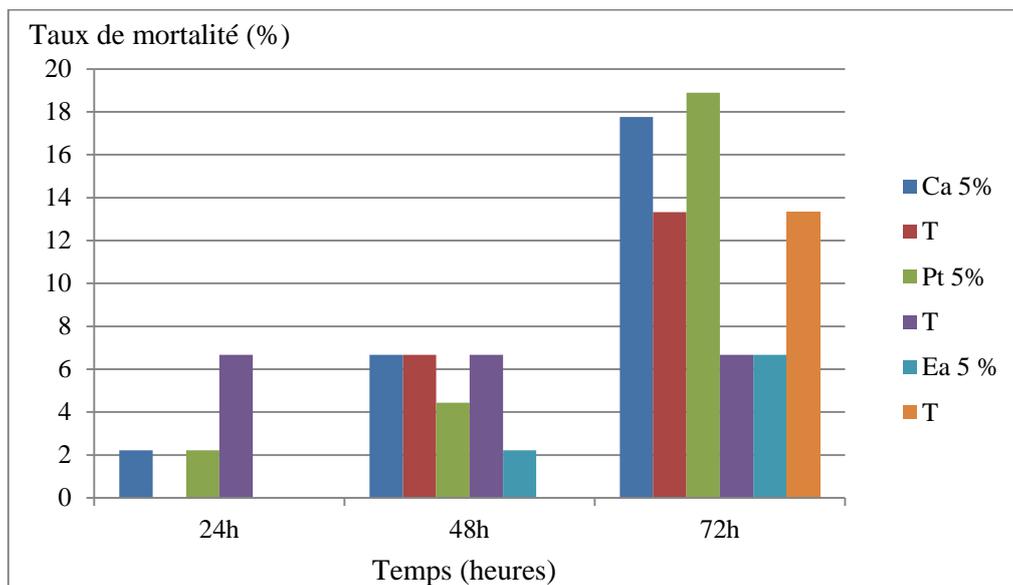


Figure 22 - Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux à 5% de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata*.

Le taux de mortalité dans le cas des lots traités par *E. alata* est généralement inférieur à ceux enregistrés chez les témoins pour les trois concentrations (fig. 22, 23 et 24). Ainsi, l'extrait aqueux de cette plante n'a pas d'effet létal sur les adultes.

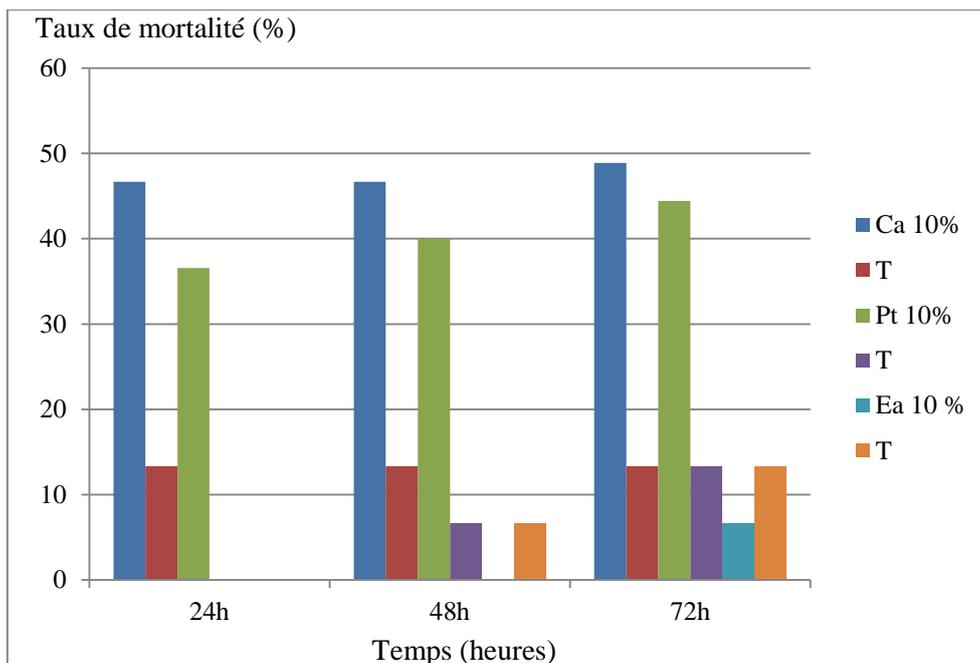


Figure 23 - Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à la concentration 10%.

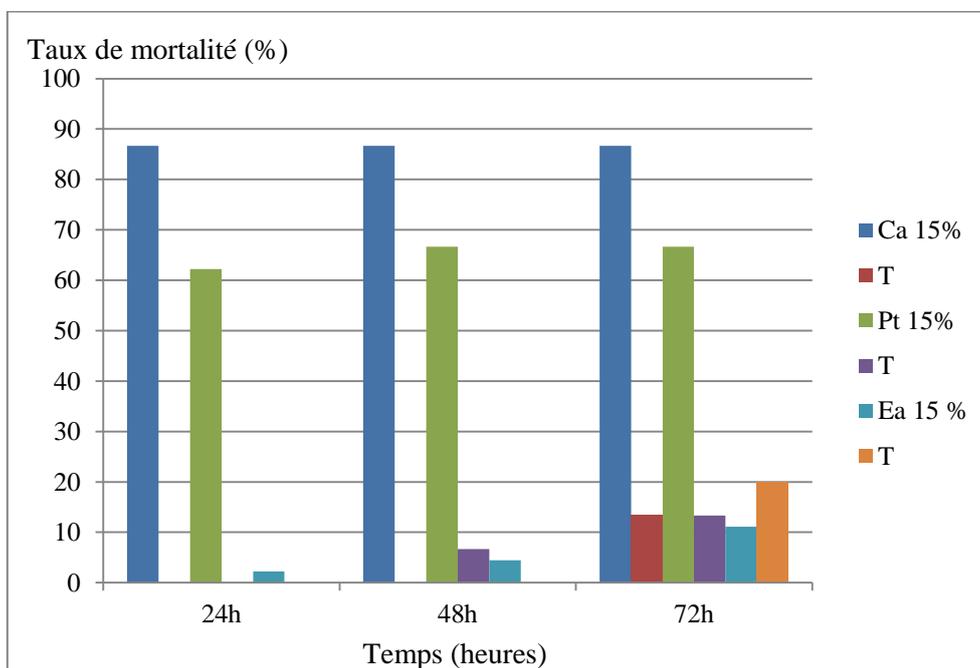


Figure 24 - Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits aqueux de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à la concentration 15%.

L'impact de l'extrait aqueux de *P. tomentosa* à la concentration 5% n'apparaît qu'après trois jours du début de traitement (fig. 22), car les taux de mortalité enregistrés (2,2% et 4,4% après 24 heures et 48 heures respectivement) demeurent inférieurs au témoin (6,7 % pour les deux premiers jours). Au troisième jour, le taux de mortalité augmente et atteint 18,9 % ; le témoin reste fixe (6,7%) pendant les trois jours du test.

L'extrait de *C. arabica* à la même concentration (5%) provoque un taux de mortalité de 2,2%, 24 heures après traitement contre aucune mortalité chez le témoin pour la même période. Au troisième jour, une augmentation du taux de mortalité est enregistrée chez le lot traité, soit 17,8% contre 13,3% pour le témoin.

Par ailleurs, les extraits à 10% et 15% donnent après 24 heures chez *C.arabica* 46,7% et 86,7% respectivement (Photo 49) et chez *P. tomentosa* des taux respectifs de 36,6% et 62,2% pour les mêmes concentrations. Cependant, le taux de mortalité provoqué par *C.arabica*, soit 86,7% se stabilise les deux jours qui suivent le traitement pour la concentration 15%. Néanmoins, une légère augmentation de 2,2% est notée le troisième jour par rapport aux taux enregistrés le premier et le deuxième jour (46,7%) pour la concentration 10%. Il est à noter que le taux de mortalité chez le témoin correspond à 13,3% pendant les trois jours.

Les figures 23 et 24 montrent une augmentation du taux de mortalité qui atteint respectivement 44,4% et 66,7% après trois jours du début de traitement pour les concentrations 10 et 15% de *P. tomentosa*.



Photo 49 - Adultes d'*E. ceratoniae* morts après traitement à l'extrait aqueux de *C.arabica* à la concentration 15%

III.3.2.- Effet des extraits éthanoliques

Les taux de mortalité provoqués par les extraits éthanoliques des trois plantes sur les adultes sont reportés sur les figures 25, 26 et 27.

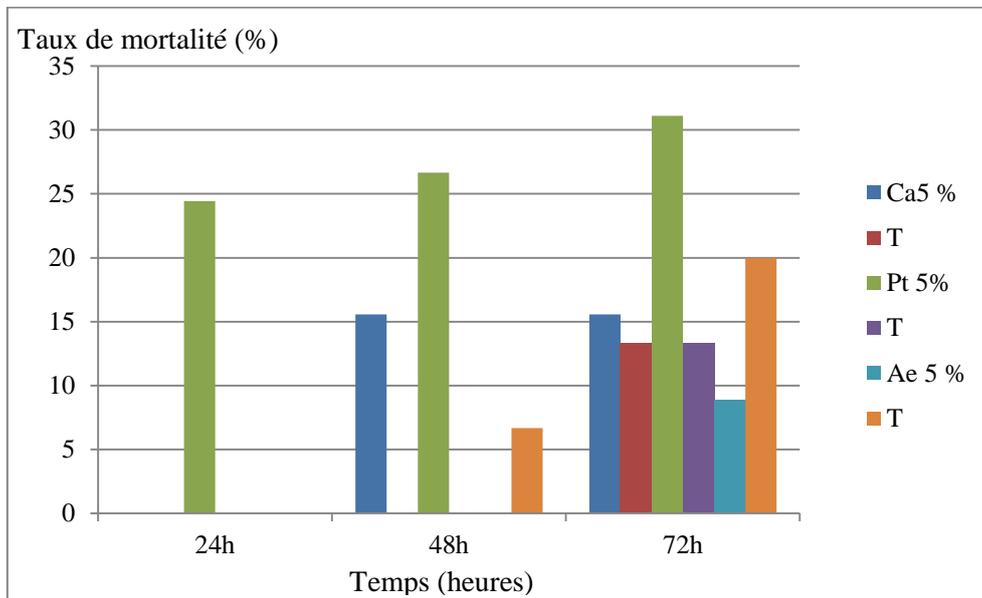


Figure 25 - Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits éthanoliques de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à la concentration 5%.

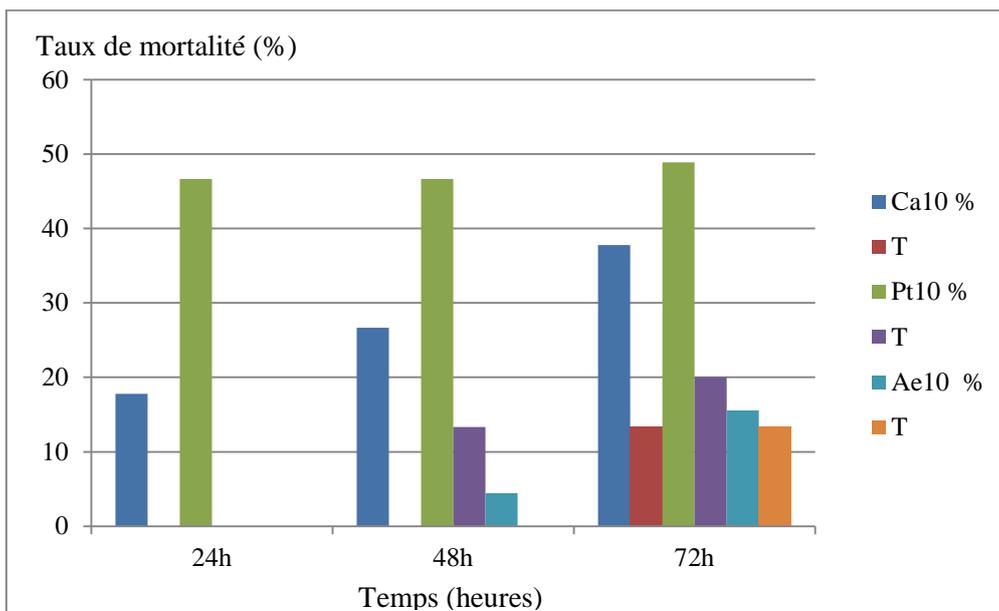


Figure 26 - Evolution du taux de mortalité des adultes traités par les extraits éthanoliques de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à la concentration 10%.

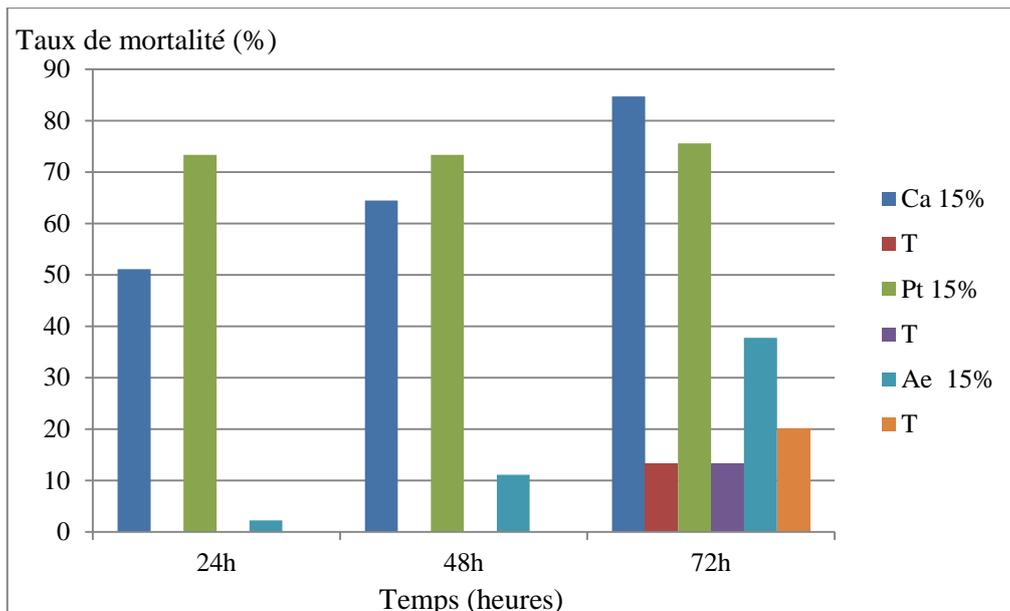


Figure 27 - Evolution du taux de mortalité des adultes traitées par les extraits éthanoliques de *C.arabica*, *P. tomentosa* et *E.alata* à la concentration 15%.

L'effet des extraits éthanoliques est lié aux concentrations et au temps (fig. 25 à fig. 27). Généralement, le taux de mortalité au troisième jour est important par rapport au premier jour, et plus la concentration de l'extrait augmente plus la mortalité devient importante. En effet, chez *C. arabica* et pour les concentrations 5%, 10% et 15%, les taux de mortalité sont de 0%, 17,8% et 51,1% respectivement pour les premières 24 h. Après trois jours, les taux de mortalité passent à 15,6%, 37,8% et 84,7% aux mêmes concentrations. De même, pour *E. alata*, le taux de mortalité au premier jour est nul pour les concentrations 5% et 10%, il atteint 2,2% pour la concentration 15%. En fin de période du test, la mortalité affiche 8,9%, 15,6% et 37,8% pour les concentrations 5%, 10% et 15% respectivement.

L'exception est remarquée chez *P. tomentosa* à différentes concentrations (fig.25 à fig.27). En effet, la mortalité débute dès le premier jour (24,4%, 46,7% et 73,3% pour les concentrations 5%, 10% et 15% respectivement). Ces taux restent presque stables les jours qui suivent, soient 28,1%, 48,9% et 75,6%.



Photo 50 - Adulte d'*E. ceratoniae* mort sous l'effet de l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* à la concentration 15%

III.3.3. - Discussion

Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence l'effet insecticide de *C. arabica* et *P. tomentosa* sur les adultes de la pyrale, que ce soit par extraction éthanolique ou aqueuse. Cet effet est plus remarqué aux concentrations 10 et 15% de ces extraits.

Aucune donnée bibliographique ne traite l'effet d'extraits aqueux de plantes sur des adultes d'*E. ceratoniae*. Cependant, les résultats actuels indiquent que la diminution de la survie est

peut être due à certains composés phytochimiques libérés sous l'effet des extractions éthanolique et aqueuse, induisant des perturbations physiologiques, provoquées probablement par inhalation ou par contact. **WERTHEIMER (1958)** évoque que les adultes de cet insecte n'ont pas besoin de s'alimenter ce qui écarte l'hypothèse de la toxicité par voie d'ingestion.

Certains travaux prouvent l'action de certains extraits de plantes par inhalation ou par contact. En effet, **TAHIRI et al. (2010)** mettent en évidence l'influence par inhalation de l'extrait méthanolique des grains de *Carica papaya* (Caricaceae) sur les termites *Macrotermes Bellicosus rambur*. De même, **BIDIGA (2014)**, évoque que les tests de toxicité par contact et par ingestion, de l'extrait aqueux de graines de Neem sur *Aphthona* spp. se sont montrés quasi- similaires en terme d'efficacité. **MEHAOUA et al. (2013)** et **MEHAOUA (2014)** rapportent que la mortalité rapide observée en 24 heures, des larves d'*E. ceratoniae*, traitées par l'azadiractine est due à son effet par contact.

III.3.4. - Exploitation statistique

L'analyse de la variance de l'effet plante et l'effet temps sur les adultes (tab.16), montre qu'il ya une différence hautement significative pour l'effet plante ($p=2,52.10^{-14}$) et significative pour l'effet temps ($p=0,0293$), mais pas de signification pour la combinaison plante- temps ($P = 0,8700$).

Tableau 16 - Analyse de la variance de l'effet plante et de l'effet temps sur les adultes

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	25989	12994	36,564	$2,52(10)^{-14}$ ***
Temps	2	2552	1276	3,590	0,0293 *
Plante: Temps	4	443	111	0,312	0,8700
Residuals	207	73565	355		

Par ailleurs, l'effet plante et l'effet extrait, paraissent être hautement significatifs (tab. 17), où la probabilité pour l'effet du premier facteur est inférieure à 2.10^{-16} , et pour le facteur extrait $P=4,55.10^{-15}$, de même que pour la combinaison plante-extrait ($P= 1,35.10^{-06}$)

Tableau 17 - Analyse de la variance de l'effet plante et l'effet extrait sur les adultes

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	25989	12994	54,28	$< 2(10)^{-16}$ ***
Extrait	2	18609	9305	38,902	$4,55(10)^{-15}$ ***
Plante: extrait	4	8440	2110	8,821	$1,35(10)^{-06}$ ***
Residuals	207	49511	239		

L'analyse statistique concernant l'effet plante et l'effet concentration sur les adultes (tab. 18), montre qu'il y a une différence hautement significative pour l'effet plante ($p < 2.10^{-16}$), l'effet concentration ($p < 2.10^{-16}$) ainsi que pour la combinaison des deux ($p < 2.10^{-16}$).

Tableau 18 - Analyse de la variance de l'effet plante et concentration sur les adultes

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Plante	2	25989	12994	184,08	$< 2(10)^{-16}$ ***
Concentration	3	44124	14708	208,36	$< 2(10)^{-16}$ ***
Plante: concentration	6	18035	3006	42,58	$< 2(10)^{-16}$ ***
Residuals	204	14400	71		

III.5. - Calcul du TL50 des individus traités

Le temps léthal 50 (TL50) est calculé à partir de la droite de régression des probits, correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement.

III.5.1. - Calcul du TL50 des larves traitées

Les tableaux 19 et 20 représentent les TL50, concernant les larves après traitement par les extraits aqueux et les extraits éthanoliques des plantes testées.

Tableau 19 - TL50 des larves après traitement par les extraits aqueux de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* aux concentrations 5%, 10% et 15%.

Concentrations	Plantes	Equations	R ²	TL ₅₀ (heures)	TL ₅₀ (jours)
5%	<i>C. arabica</i>	$y = 3,6178x - 4,6233$	R ² = 0,706	457,074	19,04
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 1,8061x - 0,3821$	R ² = 0,0876	954,897	39,78
	<i>E. alata</i>	$y = 2,8229x + 2,3538$	R ² = 0,251	1689,998	70,41
10%	<i>C. arabica</i>	$y = 3,4966x - 3,6963$	R ² = 0,6134	306,549	12,77
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 2,9433x - 3,7117$	R ² = 0,0854	911,676	37,98
	<i>E. alata</i>	$y = 4,6378x - 9,9476$	R ² = 0,7351	1071,066	69,62
15%	<i>C. arabica</i>	$y = 4,378x - 5,203$	R ² = 0,806	214,050	8,91
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 0,3779x + 3,8891$	R ² = 0,2584	870,295	36,26
	<i>E. alata</i>	$y = 2,4778x - 2,9965$	R ² = 0,7465	1687,55	70,31

Tableau 20 - TL50 des larves traitées par les extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* aux concentrations 5%, 10% et 15%.

Concentrations	Plantes	Equations	R ²	TL ₅₀ (heures)	TL ₅₀ (jours)
5%	<i>C. arabica</i>	$y = 4,9665x - 6,8934$	R ² = 0,7532	248,115	10,33
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 4,9978x - 6,9131$	R ² = 0,7465	341,918	10,07
10%	<i>C. arabica</i>	$y = 6,176x - 8,8227$	R ² = 0,951	173,034	7,20
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 5,632x - 7,571$	R ² = 0,822	170,634	7,10
15%	<i>C. arabica</i>	$y = 5,696x - 6,765$	R ² = 0,803	116,274	4,84
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 3,106x - 1,252$	R ² = 0,960	103,009	4,29
	<i>E. alata</i>	$y = 0,8209x + 2,3538$	R ² = 0,7303	631,098	26,29

Les valeurs les plus faibles de TL 50 chez les larves, sont calculées à partir des graphiques correspondant aux probits en fonction des Logarithmes de temps mentionnés dans les figures 28 à 32.

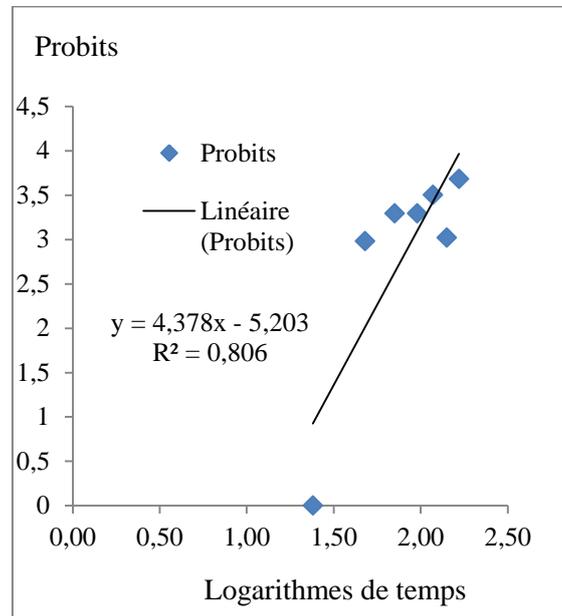


Figure 28 - Action de l'extrait aqueux de *C. arabica* (15%) sur les larves

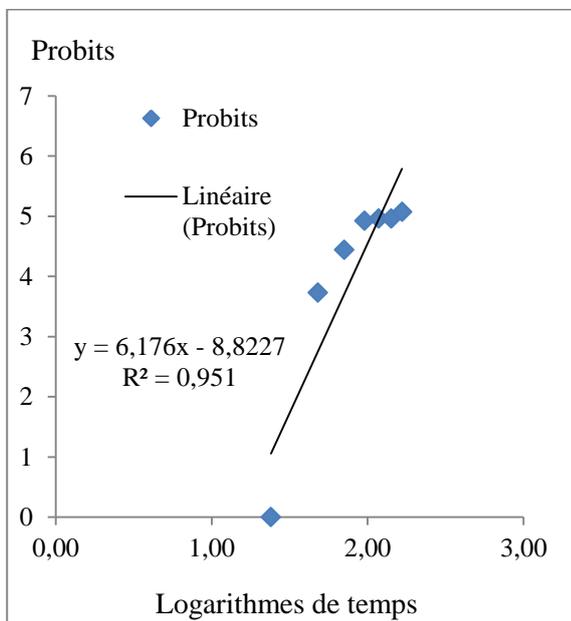


Figure 29 - Action de l'extrait éthanolique de *C. arabica* (10%) sur les larves

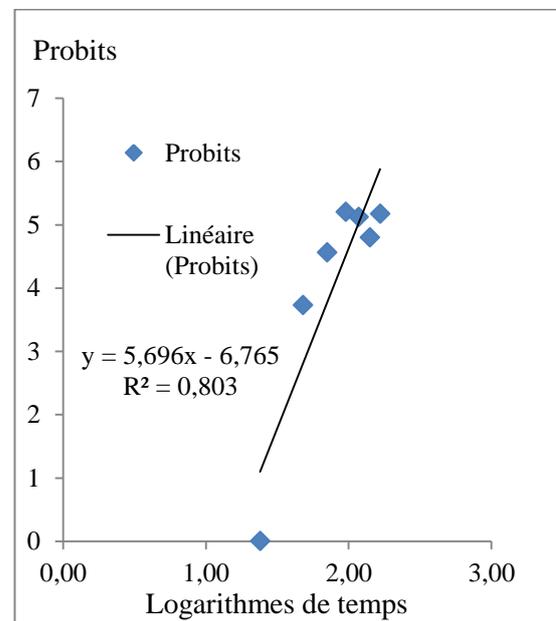


Figure 30 - Action de l'extrait éthanolique de *C. arabica* (15%) sur les larves

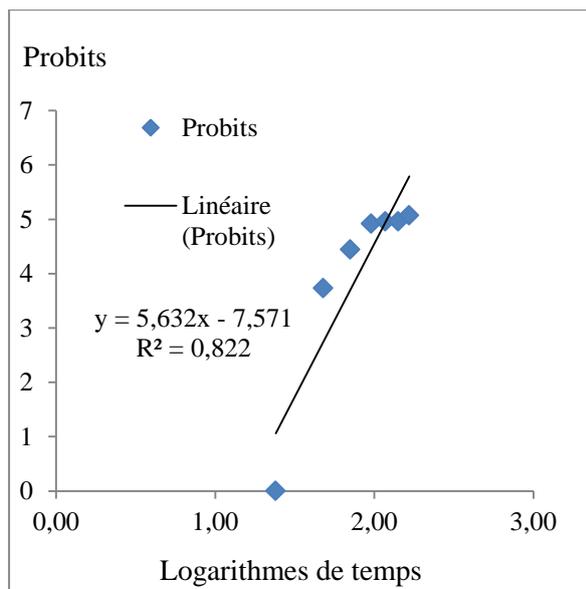


Figure 31 - Action de l'extrait éthanologique de *P. tomentosa* (10%) sur les larves

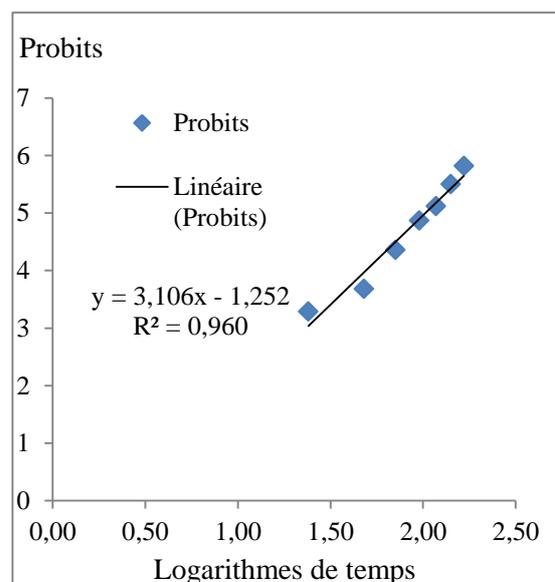


Figure 32 - Action de l'extrait éthanologique de *P. tomentosa* (15%) sur les larves

Les résultats mentionnés dans les tableaux 19 et 20, calculés à partir des droites de régressions montrent que les valeurs de TL50 diffèrent en fonction des plantes utilisées, du type d'extraction, et des concentrations.

Les valeurs des TL 50 montrent que *C. arabica* donne un effet sur les larves avec les deux types d'extractions, même aux plus faibles concentrations. Il est à noter que le TL50 diminue avec l'augmentation des concentrations pour l'extrait aqueux ainsi que l'extrait éthanologique. Les présentes résultats montrent que l'extrait éthanologique a donné des valeurs de TL50 de 10,33 jours ; 7,20 jours et 4,84 jours pour les concentrations 5%, 10% et 15% respectivement, valeurs inférieures à celles obtenues avec l'extrait aqueux (19,04 jours ; 12,77 jours et 8,91 jours). Le TL50 le plus faible (4,84 jours) enregistré par *C. arabica* sur les larves est celui de l'extrait éthanologique à la concentration 15%.

Pergularia. tomentosa prouve son efficacité sur les larves (fig. 31 et fig. 32), ce qui est démontré par les valeurs de TL50 (tab. 19 et tab. 20).

La durée la plus importante du TL50 chez les larves, est enregistrée par l'extrait aqueux à la concentration 5% (39,78 jours). Cette durée diminue avec l'augmentation des concentrations pour l'extrait aqueux (36,26 jours à la concentration 15%). Cette corrélation négative entre le TL 50 et les concentrations est évidente même avec l'extrait éthanologique sur les larves (10,07 jours ; 7,10 jours et 4,29 jours pour les concentrations 5%, 10% et 15% respectivement).

La durée la plus faible du TL50 est enregistrée par l'extrait éthanolique à la concentration 15%, soit 4,24 jours (fig. 32).

Les résultats obtenus indiquent que l'extrait éthanolique montre plus d'efficacité sur larves étant donné qu'il affiche les valeurs de TL50 les plus faibles par rapport à l'extrait aqueux (tab. 19 et tab. 20).

Concernant *Ephedra alata*, les résultats obtenus (tab.19) révèlent que l'extrait aqueux donne un effet sur les larves quelle que soit la concentration testée (5%, 10% et 15%), mais la relation entre le TL50 et les concentrations n'est pas régulière. En fait, le temps léthal diminue après l'augmentation de la concentration de 5% à 10% (70,41 jours à 69,62 jours respectivement) néanmoins, il augmente par la suite à la concentration de 15% (70,31 jours).

Par contre, l'extrait éthanolique d'*Ephedra alata* sur les larves ne donne d'effet qu'avec la concentration 15% dont le TL50 est de 29,26 jours (tab. 20).

III.5.2. - Calcul du TL50 des adultes traitées

Les tableaux 21 et 22 montrent les TL50 des adultes traités, par les plantes testées à différentes concentrations.

Tableau 21 - TL50 des adultes traités par les extraits aqueux de *C. arabica*, et *P. tomentosa* aux concentrations 5%, 10% et 15%

Concentrations	Plantes	Equations	R ²	TL ₅₀ (heures)	TL ₅₀ (jours)
5%	<i>C. arabica</i>	$y = 0,7743x + 3,0193$	R ² = 0,9467	361,451	15,06
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 0,3316x + 4,1606$	R ² = 0,5127	339,85	14,16
10%	<i>C. arabica</i>	$y = 0,1319x + 4,7362$	R ² = 0,860	100	4,16
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 7,2936x - 10,0248$	R ² = 0,6029	114,814	4,78
15%	<i>C. arabica</i>	$y = -0,188x + 5,1616$	R ² = 0,602	7,237	
	<i>P. tomentosa</i>	$y = -0,0942x + 5,1141$	R ² = 0,048	16,264	

Tableau 22 - TL50 des larves traitées par les extraits éthanoliques de *C. arabica*, *P. tomentosa* et *E. alata* aux concentrations 5%, 10% et 15%

Concentrations	Plantes	Equations	R ²	TL ₅₀ (heures)	TL ₅₀ (jours)
5%	<i>C. arabica</i>	$y = 1,329x + 1,5274$	R ² = 0,420	410,149	17,09
	<i>P. tomentosa</i>	$y = 0,4632x + 3,8649$	R ² = 0,4016	275,275	11,46
10%	<i>C. arabica</i>	$y = 0,7743x + 3,4375$	R ² = 0,9467	104,220	4,34
	<i>P. tomentosa</i>	$y = -0,5891x + 6,1784$	R ² = 0,977	100,299	4,17
	<i>E. alata</i>	$y = 3,7006x - 4,6252$	R ² = 0,8255	399,009	16,62
15%	<i>C. arabica</i>	$y = 1,83x + 2,5332$	R ² = 0,918	22,283	
	<i>P. tomentosa</i>	$y = -0,037x + 5,0381$	R ² = 0,712	10,70	
	<i>E. alata</i>	$y = 2,6578x - 2,3702$	R ² = 0,7235	138,338	9,76

Les figures 33 à 40 correspondent aux actions des extraits des plantes sur les adultes, qui montrent les TL50 les plus faibles.

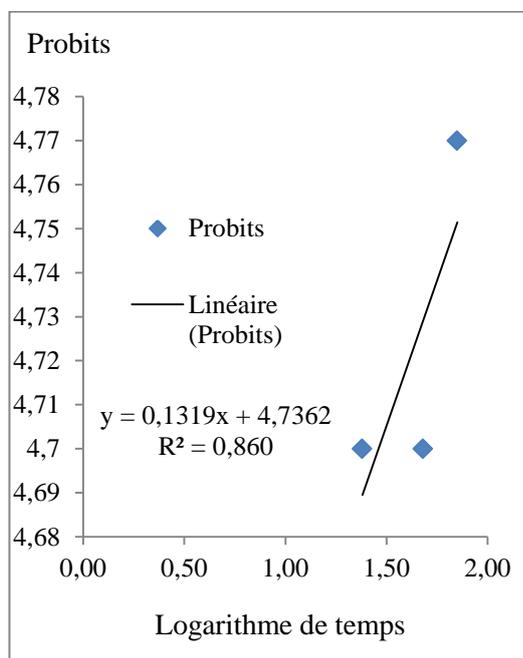


Figure 33 - Action de l'extrait aqueux de *C. arabica* (10%) sur les adultes

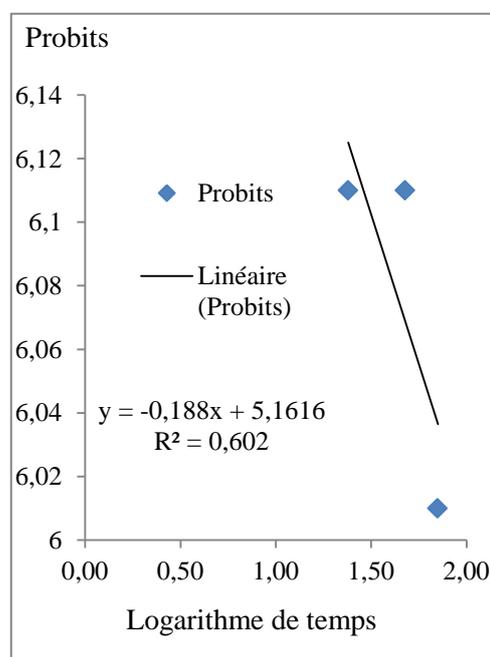


Figure 34 - Action de l'extrait aqueux de *C. arabica* (15%) sur les adultes

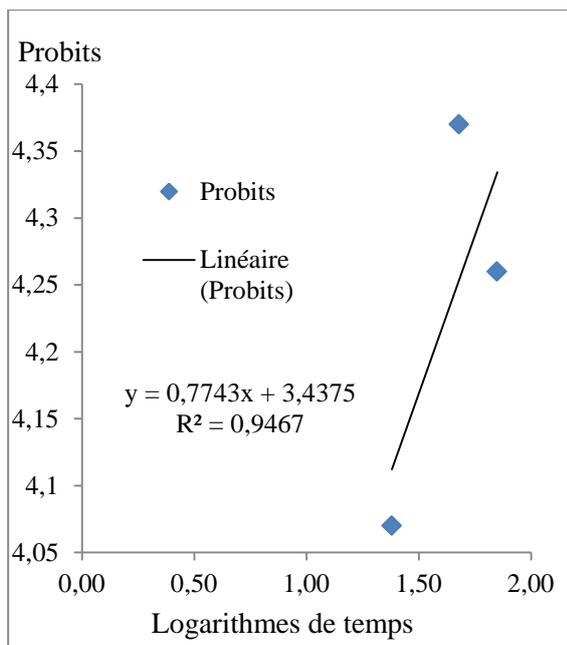


Figure 35 - Action de l'extrait éthanolique de *C. arabica* (10%) sur les adultes

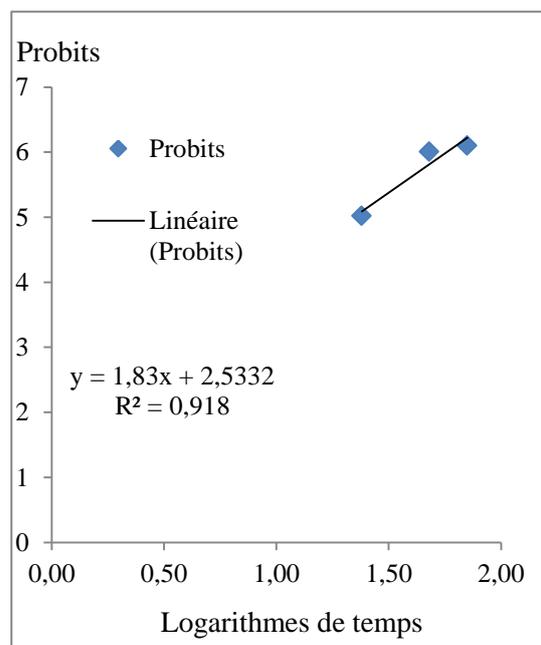


Figure 36 - Action de l'extrait éthanolique de *C. arabica* (15%) sur les adultes

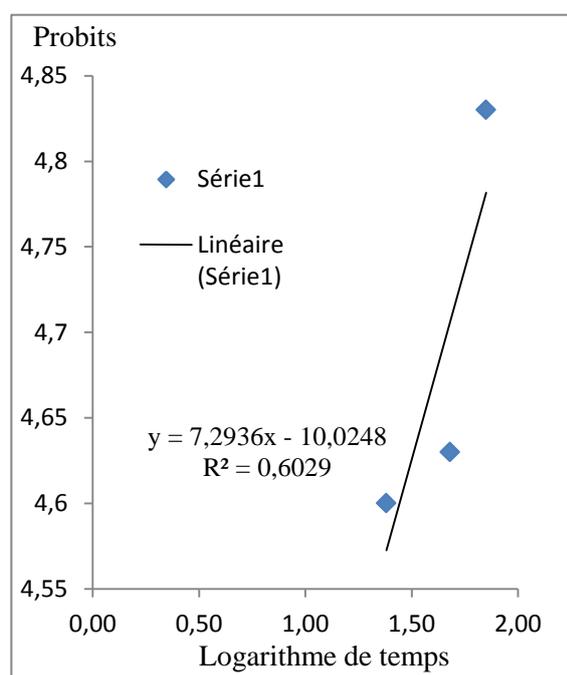


Figure 37 - Action de l'extrait aqueux de *P. tomentosa* (10%) sur les adultes

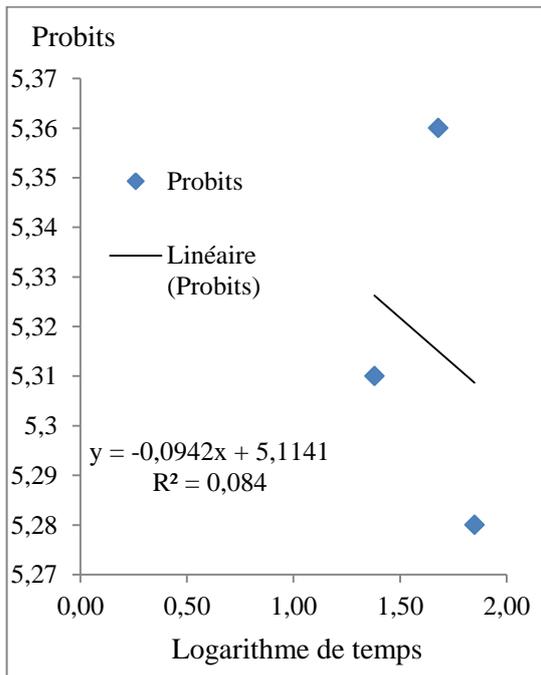


Figure 38 - Action de l'extrait aqueux de *P. tomentosa* (15%) sur les adultes

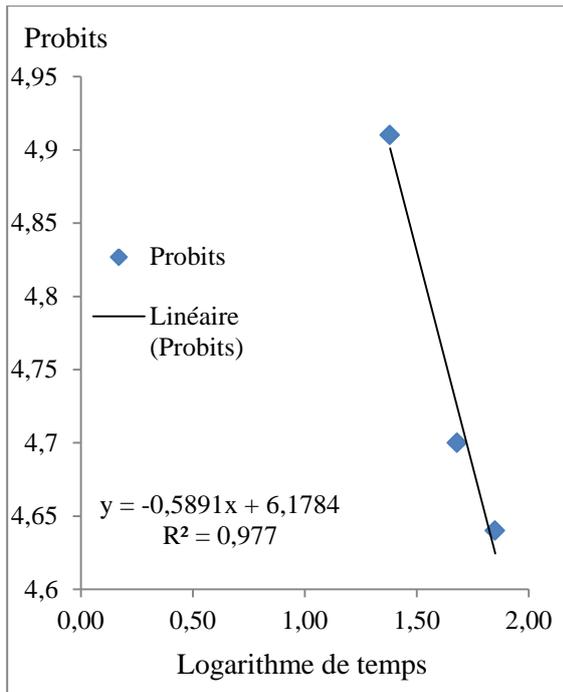


Figure 39 - Action de l'extrait éthanologique de *P. tomentosa* (10%) sur les adultes

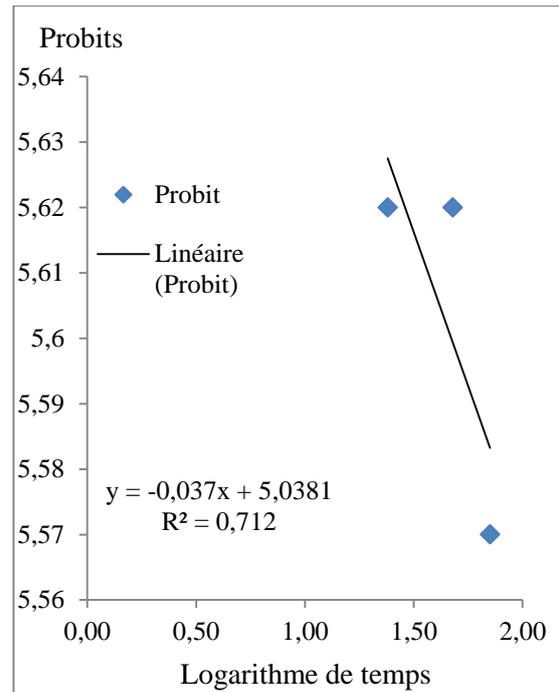


Figure 40 - Action de l'extrait éthanologique de *P. tomentosa* (15%) sur les adultes

Le TL50 des adultes traités par les différents extraits de plantes, montre également une variabilité selon l'espèce végétale utilisée, le type d'extraction et les concentrations (tab.21 et 22). Ces variations sont probablement dues aux fluctuations du pourcentage de mortalité cumulée enregistrée.

En ce qui concerne l'effet de *C. arabica* sur les adultes (tab. 21 et 22), les valeurs de TL50 présentent une corrélation négative avec les concentrations, pour les deux types d'extraction. Les figures 33 à 35 montrent que les valeurs de TL50 (15,06 jours, 4,16 jours, et 7,237 heures) obtenues après traitement par l'extrait aqueux de *C. arabica*, sont inférieures à celles obtenues avec l'extrait éthanologique de *C. arabica* (17,09 jours, 4,34 jours et 22,283 heures). Le TL50 le plus court enregistré par *C. arabica* correspond à celui noté par l'extrait aqueux à la concentration 15%, il est de 7,237 heures (tab. 21 et fig. 34).

Pour ce qui est de l'effet de *P. tomentosa*, les résultats (tab. 20 et tab. 21) indiquent que son extrait éthanologique est plus efficace sur les adultes, puisque les valeurs de TL 50 obtenues par ce type d'extrait, à savoir 11,46 jours ; 4,17 jours et 10,70 heures pour les concentrations 5%, 10% et 15% respectivement, sont plus faibles que celles obtenues avec l'extrait aqueux (14,16

jours ; 4,78 jours, et 16,264 heures respectivement pour les concentrations 5%, 10% et 15%). Il est à signaler également que le TL50 diminue à chaque augmentation de concentration, pour les deux types d'extraction. La durée de TL 50 la plus faible est enregistrée par l'extrait éthanolique à la concentration 15%.

Concernant l'effet d'*Ephedra alata* sur les adultes, il apparaît que son extrait aqueux n'a pas d'effet, étant donné qu'aucune action létale n'a été observée. Par ailleurs, l'extrait éthanolique d'*E. alata* ne provoque de mortalité qu'à la concentration 10% (16,62) et 15% (9,76 jours).

Généralement, les valeurs du TL 50 sont variables selon l'espèce végétale utilisée, le type d'extraction, les concentrations et le stade de développement de l'insecte.

Il est à noter que le TL50 induit par les extraits éthanoliques est inférieur à celui provoqué par les extraits aqueux, sauf le cas du TL50 de *C. arabica* sur les adultes.

Les deux espèces, *C. arabica* et *P. tomentosa* montrent les TL 50 les plus courts sur les deux stades (larve et adulte), ce qui prouve que ces deux plantes ont l'effet le plus actif sur le Myelois.

Le TL50 le plus court chez les larves est enregistré sous l'effet de l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* à la concentration 15% (4,29 jours), tandis que l'extrait aqueux de *C. arabica* à la concentration 15% donne un temps léthal le plus court (7,237 heures) sur les adultes.

E. alata présente les valeurs de TL50 les plus importantes parmi les trois plantes testées, ce qui signifie que la mortalité corrigée, provoquée par cette plante est faible. Ceci est probablement dû à sa faible toxicité.

Les résultats de cette étude, montrent que le TL50 chez les adultes présente des valeurs inférieures à celle des larves, ceci peut être traduit par la sensibilité des adultes par rapport aux larves aux extraits des plantes testées.

Aussi, les actuelles conclusions concernant les variations des TL50 en fonction des plantes utilisées et les concentrations sont en accord avec les travaux de **SANCHEZ-BAYO (2009)** et **BOURMITA (2014)**. Les résultats de notre étude, indiquent que la variation des valeurs de TL50 est liée également au type d'extraction, ceci est noté également par **KEMASSI (2008, 2014)**. Par ailleurs, le fait d'obtenir des différences de valeurs du TL50 dépendant du stade de développement de l'insecte, trouverait son explication par le fait qu'une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle reproductif d'un insecte, (**REGNAULT- ROGER et al., 2008**).

La sensibilité des adultes d'*E. ceratoniae* aux extraits testés par rapport aux larves, ne concordent pas avec les résultats de **KEMASSI (2008, 2014)** qui évoque que les larves du

cinquième stade de *Schistocerca gregaria* sont plus sensibles que les imagos. Ceci peut être expliqué par le fait que les espèces testées soient différentes.

Certaines différences sont notées concernant les résultats obtenus du TL50 (pour les larves et pour les adultes) avec ceux de **BOURMITA (2014)** qui trouve un TL50 de 94,97 min pour tuer 50% de la population des termites traitées par l'extrait aqueux de *P. tomentosa*, à la concentration 4%. De même, les résultats obtenus par **KEMASSI (2008)** soit un TL50 chez L5 de *Schistocerca gregaria* traitées par l'extrait acétonique de *C. arabica*, correspondent à 28,40 jours contre un TL50 de 45,86 jours pour les adultes traités par le même extrait. Ainsi, ces différences sont certainement liées aux espèces étudiées.

Conclusion

Conclusion

La recherche de nouvelles molécules d'origine végétale, susceptibles de permettre à l'agriculteur de lutter efficacement contre les déprédateurs avec un minimum d'impact négatif sur l'environnement, est parmi les préoccupations majeures du contrôle phytosanitaire.

La flore algérienne spontanée est assez diversifiée en espèces à intérêt biologique. L'actuelle étude s'intéresse à l'évaluation de l'effet des extraits de quelques végétaux du Sahara septentrional dans le but de rechercher de nouvelles substances bioinsecticides contre *Ectomyelois ceratoniae*.

L'objectif de cette étude est de tester les extraits aqueux et les extraits éthanoliques de trois plantes *Cleome arabica*, *Pergularia tomentosa* et *Ephedra alata* contre les stades œuf, premier stade larvaire et stade adulte d'*Ectomyelois ceratoniae*.

En outre, la mortalité chez les larves de premier stade, diffère en fonction de l'espèce végétale testée, du type d'extraction, des concentrations et du temps. Le taux de mortalité provoqué par les extraits éthanoliques, respectivement pour les concentrations

Cette étude a permis de montrer que *Cleome arabica* et *P. tomentosa* possèdent une activité larvicide contre *Ectomyelois ceratoniae* dans un milieu contrôlé.

Par ailleurs, l'évaluation au laboratoire de l'activité des extraits des plantes sur les adultes d'*E. ceratoniae*, révèle une sensibilité de ce lépidoptère aux extraits de *Cleome arabica* et de *Pergularia tomentosa*. Cette sensibilité diffère en fonction des extraits de ces plantes et augmente au fur et à mesure des concentrations testées.

Les valeurs de TL50 obtenues, permettent de classer les plantes testées en fonction de leur toxicité. En effet, la variation du TL50 dépend des espèces végétales utilisées, du type d'extraction, des concentrations et du stade de développement de l'insecte. Ainsi, *Cleome arabica* et *Pergularia tomentosa* sont les plus toxiques sur *Ectomyelois ceratoniae*.

Chez les néonates, le TL50 le plus court (4,29 jours) a été enregistré sous l'effet de l'extrait éthanolique de *Pergularia tomentosa* à la concentration 15%. Par contre chez les adultes, le

TL50 le plus court (7,237 heures) a été observé avec l'extrait aqueux de *Cleome arabica* à la concentration 15%.

Enfin, pour que les actuels résultats soient plus exploitables, il serait souhaitable de prendre en compte les recommandations suivantes:

- Evaluer l'effet des deux extraits de *Cleome arabica* et *Pergularia tomentosa* sur le comportement alimentaire ainsi que les paramètres de développement, de reproduction, la durée de chaque stade de développement et de croissance de la pyrale des dattes. Il serait aussi utile de définir les doses létales capables de réduire le niveau d'infestation.

- Elucider le mode d'action de ces substances sur *Ectomyelois ceratoniae*.

- Tester les extraits des plantes *in situ* afin d'évaluer leur efficacité dans le milieu naturel, en interaction avec les facteurs biotiques et abiotiques et préparer leur exploitation en tant qu'éventuels biopesticides de substitution.

- Evaluer l'effet de ces extraits sur la fertilité des survivants aux traitements.

- Tester ces extraits sur les autres stades larvaires d'*Ectomyelois ceratoniae*

- Essayer d'autres types d'extractions et autres concentration de ces plantes afin de définir les principes actifs (alcaloïdes, terpènes,...etc.).

- Evaluer les effets de ces extraits dans les lieux de stockage, sur d'autres espèces de pyrales.

- Définir les quantités de substances pouvant être fixées par les dattes et susceptibles d'être ingérées par les consommateurs (hommes et animaux...) avant de préconiser leur utilisation.

- Tester ces bioinsecticides sur la faune auxiliaire. Ce paramètre est très important car le but final est la mise au point d'un produit naturel capable de préserver l'équilibre faunistique des écosystèmes sahariens (milieux naturels ou agro écosystèmes).

- Investiguer davantage pour découvrir d'autres substances insecticides, et/ou insectifuges provenant de la flore saharienne.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- 1 - ACHEUK F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2013 - Insecticidal activity of alkaloids extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) against fifth instar larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (Orthoptera:Acrididae). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 3 (6): 8-13.
- 2 - ACOURENE S., KHALID A., BACHA A., TAMA M. et TALEB B., 2007 - Optimization of bakery yeast production cultivated of musts of dates. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(10): 964-971.
- 3 - AL-QARAWI A. A., ABDALLAH, E. F. et HASHEM A., 2011 - Full Length Research Paper *Ephedra alata* as biologically-based strategy inhibit aflatoxigenic seed borne mold. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (16) : 2297-2303.
- 4 - AL-RUBEAI H.F., 1987 - Growth and development of *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory mass-rearing conditions. *Journal of Stored Products Research*, 23: 133-135.
- 5 - AMAR D., 2003 - L'effet inhibiteur de l'extrait de quelques plantes Sahariennes sur la lithiase urinaire type Oxalo-calcique. Mémoire Magistère chimie. organ. Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 110p.
- 6 - AOUN D. et DEFLI K., 2013 - Etude de l'influence de la température sur le cycle de développement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera : Pyralidae) dans les conditions contrôlées. Mémoire Ing. Sci. agro. Univ. Mohamed Kheider, Biskra, 45p.
- 7 - ARIF Y., 2011 - Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier. Mémoire Magister Entom. Agri. For. Univ. Batna, 74 p.
- 8 - ARIF Y., LOMBARKIA N. et LAAMARI M., 2014 - Effet des substances volatiles des dattes sur le taux d'infestation de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae). *Revue des Régions Arides*, 35:1915-1920.

- 9 - ARIF Y. et LOMBARKIA N., 2015** - Morphological characteristics of the Sensilla Ovipositor, Tarsus and Antenna in Dates Moth Female, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). *Acad. J. Entomol.*, 8 (2) : 34-37
- 10 - Avertissement agricole, INPV, 1987**
- 11 - Avertissement agricole, INPV, 2015.**
- 12 - BAKERT C., FRANCKE W., MILLAR J.G., LOFSTEDT C., HANS SON B., PHELAN P.L., VETTER R.S., YOUNGMAN R. et TODD J.L., 1991-** Identification and bioassay of sex pheromone components of carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). *Journal of Chemical Ecology*, 17 (10) : 1973-1988.
- 13 - BEGGUIE A. et BENZAIK K., 2011** - *Contribution à l'étude de l'effet biologique de Cleome arabica L.* Mémoire Mastère Biochim.Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 88p.
- 14 - BENAOUA A., 2013** - *Etude comparative biologique des extraits foliaire de Peganum harmala L. et un insecticide de synthèse chez Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).* Mémoire Mastère Biol. Univ. Mohamed Kheider, Biskra, 91p.
- 15 - BENFERHAT R., 2013** - *Etude comparative de l'activité biologique des extraits foliaires de Cleome arabica et un insecticide de synthèse chez Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera : Pyralidae).* Mémoire Mastère produc. Végét. Univ. Mohamed Kheider, Biskra, 98p.
- 16 - BENHAMOU N., 2009** - *La résistance chez les plantes.* Ed. Tec et Doc, Paris, 374p.
- 17 - BIDIGA M., 2014** - *Etude de l'efficacité de l'extrait aqueux de graines de neem et la deltaméthrine sur les insectes ravageurs du pourghère Uatropha curcas L. : cas de Calidea dregii Germar. et Aptonia spp.* Mémoire Mastère prod. végét. Univ. Polytech. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 80 p.
- 18 - BOUHARB H., EL BADAOUI K., ZAIR T., EL AMRI J., CHAKIR S. et ALAOUI T., 2014** - Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Biosciences*, 78 : 6685-6693.

19 - BOUHMAMA A., 2013 - Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobien des extraits de feuilles de *Pergularia tomentosa* L. de la région d'Adrar. Mémoire Master Microbio. Univ. Tlemcen, 69 p.

20 - BOUIDIA A., 2014 - Efficacité comparée de trois extraits végétaux (persil *Petroselinum crispum*, basilic *Ocimum basilicum* et laurier *Laurus nobilis*), dans la lutte contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Z. sur la variété Deglet-Nour à l'exploitation de l'université Kasdi Merbah. Mémoire Master agro. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 56 p.

21 - BOUNAGUA N. et DJERBI M., 1990 - Pathologie du palmier dattier. Les systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEM Montpellier, *Options méditerranéennes*, Sér. A. 11 : 127-132.

22 - BOUNECHADA M., et ARAB R., 2011 - Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst. (Coleoptera : Tenebrionidae). *Agronomie*, 1 : 1-6.

23 - BOUKA H., CHEMSEDDINE M., ABBASSI M., et BRUN J., 2001 - La Pyrale des dattes dans la région de Tafilatet au Sud- Est du Maroc. *Fruit*, 56 (3): 189-195.

24 - BOURICHE H., SELLOUM L., TIGRINE C., BOUDOUKHA C., 2003 - Effect of *Cleome Arabica* Leaf Extract on Rat Paw Oedema and Human Neutrophil Migration. *Pharmaceutical Biology*, 41: 10-15.

25 - BOURICHE H., SELLOUM L., TIGRINE C. et BOUDOUKHA C., 2005 - Effect of *Cleome Arabica* leaf extract, rutin and quercetin on soybean lipoxygenase activity and on generation of inflammatory eicosanoids by human neutrophils. *Prostaglandins, Leukotrienes & Essential Fatty Acids*, 72:195-201.

26 - BOUREGA F., 2014 - Evaluation du pouvoir larvicide d'extrait foliaire aqueux de *Pergularia tomentosa* sur les larves de *Culex pipiens*. *Recueil Congrès international sur le milieu aride, Ghardaia*, pp : 66-67.

27 - BOURMITA Y., BELBOUKHARI N., CHERITI A et OULD EL HADJ M.D., 2013 - Recherche préliminaire des sources végétales sahariennes à alcaloïdes pour usage bio-insecticides. *Algerian journal of arid environment*, 3 (1) : 98-102.

- 28 - BOURMITA Y., 2014** - *Toxicité comparée des extraits de quelques plantes spontanées de la région de Béchar chez des termites de type Saharien*. Thèse doctorat biochim. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 213p.
- 29 - BOUZOUANE R., 2010** - Bonnes pratiques de manutention de l'emploi du fumigant (Résumé de stage de formation pratique, 29-31 octobre). 53p.
- 30 - CARSON R., 1963** - *Silent spring*. Ed. Fawcett publications. New York. 155p.
- 31 - CHABOUSSOU F., 2011** - *Les plantes malades des pesticides*. Ed. Utovie. Paris, 303 p.
- 32 - CHEHMA A., 2006** - *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*. Ed. Dar El Houda, Ain Mlila (Algérie), 146p.
- 33 - CHIEJ R., 1982** - *Les plantes médicinales*. Ed. Solar, Paris, 282 p.
- 34 - DAGNELIE P., 1975** - *Théories et méthodes statistiques. Les méthodes de l'inférence statistique*. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L., Belgique, 463 p.
- 35 - DAVOOD Z., SENDI J.J., NODOUSHAN A. J. et KHOSRA R., 2013** - Life table parameters and biological characteristics of *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae) on three cultivars of pomegranate. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46 (7) : 766–773.
- 36 - DHOUBI M.H., 1982** - *Bio-écologie d'Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralide)*. Thèse Doctorat d'Etat.Scién.Natur. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 145 p.
- 37 - DHOUBI M.H. et ABDERAHMANE C. T., 1998** - The effect of substerilizing doses of gamma radiation on the pupae of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). In the Proceedings of the Evaluation of Lepidoptera population suppression by radiation induced sterility (2002), pp: 43-48.
- 38 - DHOUBI M.H., (2000)** - *Lutte intégrée pour la protection du palmier dattier en Tunisie*. Ed. Centre de publications universitaires, Tunis, 114 p.
- 39 - DJEMOUI A., 2003** - *L'effet inhibiteur de l'extrait de quelques plantes sahariennes, sur la lithiase urinaire type Oxalo-calcique*. Mémoire Magistère chimie. Univ. Ouargla, 112 p.

- 40 - DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 1976** - Ponte d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans la Mitidja sur *Acacia farnesiana*. *Ann. Inst. Nat. Agron., El-Harrach*, 6(4) : 19-32.
- 41 - DOUMANDJI S., 1981**- *Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, Ectomyelois ceratonia Zeller (Lepidoptera, pyralidae)*. Thèse Doctorat d'Etat Scien. Natur. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 145 p.
- 42 - DOUMANDJI-MITICHE B. et DOUMANDJI S., 1993** - Essai de lutte biologique contre la Pyrale des Caroubes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lep., Pyralidae) par utilisation de *Trichogramma embryophagum* (Hym., Trichogrammafidae) à Ouargla. *Rapport de synthèse de l'atelier "Lutte biologique dans les oasis "*.Ed. CIHEM Montpellier, *Options méditerranéennes*: Sér. A. Séminaires Méditerranéens, 182-183.
- 43 - DRIDI B., BAOUCHI H., BEN SALAH M. K. et ZITOUN A., 2000** - Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* Zeller dite technique des insectes stériles. 1^{ère} application dans le sud-est du pays. Journées techniques phytosanitaires. Ed. INPV. Alger, pp 58 – 71.
- 44 - DRIHEM R., 2013** - *Etude de l'influence de deux plantes médicinales (Euphorbia peplus, Thapsia garganica) sur la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller)*. Mémoire Master Biochim. Univ. Mohamed khaidr Biskra, 90 p.
- 45 - EILENBERG J. et HOKKANEN H. M. T., 2006** - *An ecological and societal approach to biological control*. Ed. Springer, Netherlands, 322 p.
- 46 - GOTHILF S., 1978** - Establishment of the imported parasite *Pentalitomastix plethoricus* (Hym.:Encyrtidae), on *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Phycitidae) in Israel. *Entomophaga*, 23 (3): 299-302.
- 47 - GOTHILF S., 1969** - Naturel enemies of carob moth *Ectomyelois ceratoniae* Zell. *Entomophaga*, 14(3) : 195-202.

- 48 - GUIDOUAM H., 2013** - *Etude de l'influence de deux plantes médicinales (Pergularia tomentosa, Zygophyllum cornutum) sur la pyrale de dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller).* Mémoire Master Biochim. Univ. Mohammed Kheider Biskra, 75p.
- 49 - HADJEB A., 2010** – *Etude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller, 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la Wilaya de Biskra. Etude du comportement alimentaires et essaie de lutte.* Mémoire Magister Agro., Univ. Mohammed Khaider Biskra, 105 p.
- 50 - HADJEB A., MEHAOUA M. S., et OUAKID L., 2014** - Test of biological control against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) by Spinosad. *Int. J. Adv. Res. Biol.Sci.*, 1(7) : 81-84.
- 51 - HAOUEL S., MEDIOUNI-BEN JEMAA J., 2010** - Postharvest control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* using Eucalyptus essential oil fumigation. *Plant protection*, 15 (2) : 201-212.
- 52 - HARPAZ I. et WYSOKI M., 1984** - Susceptibility of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae*, to *Bacillus thuringiensis*. *Phytoparasitica*, 12 (3) : 189-191.
- 53 - HMEYADA O. M., A., 2009** - *Contribution à l'étude des plantes médicinales de Mauritanie.* Ann. Univ. Lomé (Togo), sér. Scien., T. XVII : 9-27
- 54 - IDDER-IGHILI H., 2008** - *Interactions entre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien).* Mém. Magister Agro., Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 103 p.
- 55 - IDDER M. A., BOLLAND P., PINTUREAU B. et DOUMANDJI-METICHE B., 2009** - Efficacité de *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello (Hymenoptera: Trichogrammatidae) pour lutter contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) dans la palmeraie d'Ouargla (Algérie). *Recherche agronomique*, 23: 188-194.

- 56 - IDDER M. A., IDDER-IGHILI H., SAGGOU H. et PINTUREAU B., 2009** - Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. *Cah.Agric.*, 18 (1) : 63-71.
- 57 - IDDER M. A., IGHILI H., MITICHE B. et CHENCHOUNI H., 2015** - Influence of date fruit biochemical characteristics on damage rates caused by the carob moth (*Ectomyelois ceratoniae*) in Saharan oases of Algeria. *Scientia Horticulturae*; 190: 57- 63
- 58 - ISMAIL, I.S., ITO, H., SELLOUM, L., BOURICHE, H. et YOSHIDA, T., 2005** - Constituents of *Cleome arabica* leaves and twigs. *Natural Médecine*, 59 : 53-65
- 59 - JERRAYA A., 1993** - Principaux ravageurs du Palmier dattier et moyens préconisés pour les combattre. Rapport de synthèse de l'atelier "Lutte biologique dans les oasis ". Ed. *CIHEM* Montpellier, *Options méditerranéennes*: Sér. A. Séminaires Méditerranéens: 181-182.
- KHALAFALLAH A.K., MOHAMED A.H., YOUSOF A.H., HUSSIEN T.A., MOHAMED-ELAMIR F.H. et SHINJI O., 2009** - Damarane triterpene from *Cleome arabica*. *Pharmacognosy Research*, 1:162–165.
- 61 - KEITA A., MARIKO E., HAIDARA, T.K., 1998** - Etude de l'activité hypoglycémisante des feuilles de *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hochst (Anacardiaceae). *Pharm. Méd. Trad. Afr*, 10 : 16-25.
- 62 - KEMASSI A., 2008** - Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est-algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire Magister Agro.Sah., Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 168 p.
- 63 - KEMASSI A., BOUAL Z., LEBBOUZ I., DADDI BOUHOUN M., SAKER M.L., OULD EL HADJ-KHELIL A. et OULD EL HADJ M.D., 2012** - Etude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae). *Lebanese Science Journal*, 13 (2) : 81-97.
- 64 - KEMASSI A., 2014** - Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* (Stapf.) (*Euphorbiaceae*), *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) et de *Capparis spinosa* L.

(Capparidaceae) récoltés de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Thèse Doctorat Biol. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 242 p.

65 - KHOUALDIA O. et MARRO J. P., 1993 - La Pyrale des dattes : essai de lutte biologique à l'aide de parasitoïdes. Rapport de synthèse de l'atelier "Lutte biologique dans les oasis ". Ed. CIHEM Montpellier, *Options méditerranéennes*: Sér. A. Séminaires Méditerranéens : 183-184

66 - KOÏTA K., NEYA F. B., NANA A. T., SANKARA P. et BIOSCI J. A., 2012 - Activité antifongique d'extraits de plantes locales contre *Puccinia arachidis* Speg. *Journal of Applied Biosciences*, 57: 4142- 4150.

67 - KUGLER J. et NITZAN Y., 1977 - Biology of *Clausicella suturata* (Dipt.:Tachinidae) a parasite of *Ectomyelois ceratoniae* (Lep. : Phycitidae). *Entomophaga*, 22 (1) : 93-105.

68 - LADHARI A., LAARIF A., OMEZZINE F. et HAOUALA R., 2013 - Effect of the extracts of the spiderflower, *Cleome arabica*, on feeding and survival of larvae of the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis*. *Journal of Insect Science*, 13 (61) : 1-14.

69 - LEBDI-GRISSA N. et BEN AYAD N., 2005 - Lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae* sur grenadier par des lâchers de *Trichogramma cocaeciae*. AFPP- 7^e conférence intern. ravag. agricul. Montpellier, 26- 27 octobre 2005.

70 - LE BERRE M., 1978 - Mise au point sur le problème du ver de la date, *Myelois ceratoniae* Zeller. *Bull. Agr. Sahar.* 1 (4) : 1-35.

71 - LE CLECH B., 1998 - *Environnement et agriculture*. Ed. Synthèse agricole, Paris, 342 p.

72 - LECLERC J. C., 1999 - *Ecophysiologie végétale*. Ed : université de Saint-Etienne, France, 277 p.

73 - MAIRE R., 1933 - Etude sur la flore la végétation du Sahara central. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. 2 vol. 2 (3), 433 p.

- 74 - MEHAOUA M.S., HADJEB A., LAGHA M., BENSALAH M.K., et OUAKID M.L., 2013** - Study of the toxicity of Azadirachtin on larval mortality and fertility of carob moth's female *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) under controlled conditions. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7 (1) : 1-9.
- 75 - MEHAOUA M. S., 2014** - *Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (Ectomyelois ceratoniae Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte*. Thèse Doctorat Scien. Agro. Univ. Mohammed Khaider Biskra, 109 p.
- 76 - MILLS K. A., WONTNER-SMITH, T. J., CARDWELL, S. C. et BELL, C. H., 2002** - The use of carbon dioxide as an alternative to methyl bromide for the disinfestation of palm dates. In the proceedings of the 8th International Working Conference on Stored Product Protection, York, UK, 22-26 July (2003); 729-735.
- 77 - MOEZIPOUR M., KAFIL M., ALLAHYARI H., 2008** - Developmental biology and fertility life table parameters of *Trichogramma brassicae* (bezdenko), on eggs of *sitoteroa cerealella* at different temperatures, in laboratory conditions. *Pak. Entomol*, 30 (1): 245-250
- 78 - MUNIER P., 1973** - *Le palmier dattier*. Ed. G.-P. Maisonneuve & Larousse. Paris, 221 p.
- **NABORS M., 2008** - *Biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie et biotechnologie)*. Ed. Nouveaux horizons. Paris, 614 p.
- 80 - NARENDHIRAKANNAN T., SUBRAMANIAN S., KANDASWAMY M., 2007** - Anti-inflammatory and lysosomal stability actions of *Cleome gynandra* L. studied in adjuvant induced arthritic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 45: 1001-1012.
- 81 - N'GUESSAN K., KADJA B., ZIRIHI G. N., TRAORÉ D., AKÉ-ASSI L., 2009** - Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6 (1) : 1 – 15.
- 82 - Norouzi A, Talebi A, Fathipour AY. 2008-** Development and demographic parameters of the Carob moth *Apomyelois ceratoniae* on four diet regimes. *Bulletin of Insectology*. 61: 291-297

- 83 - PHILOGENE B.J.R., 1991** - L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 269-278.
- 84 - PIERRARD C., 1981** - Lutte biologique contre les ravageurs et ses possibilités en Afrique de l'ouest. Compte Rendu du Séminaire Sénégal. USAID projet 625-0928 phase II protection des cultures vivrières, 9-13 février, pp 17-20, 267p.
- 85 - OZENDA P., 1991** - *Flore de Sahara*. (3^{ème} édition mise). Ed. C.N.R.S. Paris, 662 p.
- 86 - QUEZEL P. et SANTA S., 1962** - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. T.I, Ed. C.N.R.S., France, 636 p.
- 87 - QUEZEL P. et SANTA S., 1963** - *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. T.II. Ed. C.N.R.S. France, 569 p.
- 88 - RAMADE F., 2007** - Introduction à l'écotoxicologie fondement et applications. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 617 p.
- 89 - Rapport du ministère de l'agriculture et du développement rural, 2014.**
- 90 - REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.JR., VINCENT C., 2002** - *Biopesticides d'origine végétale*. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 337 p.
- 91 - REGNAULT-ROGER C., FABRES G., et PHILOGENE B., 2005** - *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 749 p.
- 92 - REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. et VINCENT C., 2008** - *Biopesticides d'origine végétale*. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 546 p.
- 93 - RICCI P., BUI S. et CLAIRE L., 2013** - *Repenser la protection des cultures, innovations et transitions*. Ed. Quae, Paris, 249 p.
- 94 - SAGGOU H., 2001** - *Relations entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera- Pyralidae) et les différentes variétés de dattes dans la région d'Ouargla*. Mémoire. Ing. agro.Univ. Ouargla, 70 p.

95 - SANCHEZ-BAYO F., 2009 - Modèles toxicologiques simples à la prédiction d'effets toxiques dans le temps. *Ecotoxicology*, 18 : 343–354.

96 - SARJAMI M. S., GHANBALANI G. N., GOLDANSAZH. et RASOUL ASGHARIZAKARIA R. A., 2009 - Calling behaviour of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Mun. Ent. Zool.* 4 (2) : 372-485.

97 - SCHMELZER G. H. et GURIB-FINKIM A., 2008 - *Ressources végétales de l'Afrique tropicale : Médicinal plants*. Ed. PROTA., Wageningen, Pays-Bas, Leiden, 280 p.

98 - SELLOUM L., BOURICHE, H., SEBIHI, L., BOUDOUKHA C., TIGRINEC., DJELLILIH. et ZAÏDI F., 2004 - Inhibition of Neutrophil Pholasin Chemiluminescence by *Cleome Arabica* Leaf Extract. *Pharmaceutical Biology*, 42 : 534-541.

99 - TAHIRI A., ASSI M. et AMISSA A., 2010 - Toxicité et mode d'action des extraits de *Carica papaya* L. (Caricaceae) sur *Macrotermes bellicosus* Rambur (Isoptera : Macrotermitinae). *Cahiers Agricultures*, 19 (4) : 267- 272.

100 - TAKHI D., OUINTEN M. et YOUSFI M., 2011 - Study of antimicrobial activity of secondary metabolites extracted from spontaneous plants from the area of Laghouat, Algeria. *Advances in Environmental Biology*, 5 : 469-476.

101 - TIGRINE C., 2014 - *Effets anticancéreux et chimioprotecteur de l'extrait polyphénolique, riche en flavonoïdes, des feuilles de Cleome arabica*. Thèse Doctorat, Biochim. Univ. Ferhat Abbas, Sétif, 132 p.

102 - TOUTAIN G., 1979 - *Eléments d'agronomie saharienne (de la recherche au développement)*. INRA, Paris, Ann. agro. saha. 279p.

103 - VINCENT C. et CODERRE D., 1992 - *La lutte biologique*. Ed. Gaëtan morin, Canada, 671 p.

104 - WERTHEIMER M., 1958 - Un des principaux parasites du palmier dattier algérien : le Myelois décoloré. *Fruits*, 13 (8) :109-123.

105 - WICHL M. et ANTON R., 2002 - *Plantes thérapeutiques*. Ed. Tec et Doc, Paris, 249 p.

106 - ZEGHADA F. Z., 2009 - *Activité allélopathique et analyse phytochimique*. Mémoire Magistère, Biol. Univ. Oran, 102 p.

Webographie

1 - AMANI A et BARMO S, 2010 - Contribution à l'état des connaissances de quelques plantes envahissantes au Niger, (PNEDD et PNUD). 40 p. Disponible sur: <https://www.ne.chm.net-cbd> (consulté le 12/10/2014)

2 - ANONYME, 2010 - Plan de protection et de production intégrées des cultures (PPPIC) Évaluation environnementale Stratégique du PAF dans secteurs du bours et irrigués (PMH et oasis) Version finale unifiée. MAROC. Disponible sur: http://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Fruitiers/maladies-arbres_fruitiers (consulté le 28/12/2014)

3 - BOUCHELTA A., BOUGHDADA., et BLENZAR A., 2005 - Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (*Solanaceae*) sur *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (*Homoptera* : *Aleyrodidae*). *Base* [En ligne], volume 9 (2005), 259-269 URL. Disponible sur : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php> (consulté le 27/04/2015)

4 - BREVAULT T., BEYO J., NIBOUCHE S. et VAISSAYRE M., 2002 - La résistance des insectes aux insecticides: Problématique et enjeux en Afrique centrale. Actes du colloque du Garoua, Cameroun. – Montpellier, 27 - 31 mai. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00142447/document> (consulté le 11/12/2014)

5 - SILVY C. et RIBA G., 1993 - Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'environnement N°19. Disponible sur: <http://www7.inra.fr/dpenv/sribad19.htm> (consulté le 07/11/2014)

6 - THIERRY D., FILLET M., MERGEAI G., DIENG A. et HORNICK J. L., 2012 - *Principes toxiques, toxicité et technologie de détoxification de la graine de Jatropha curcas* L. *Base* [En ligne], volume 16 (4) : 531-540. Disponible sur: <http://www.popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php>(consulté le 20/02/2015)

ملخص: تأثير مستخلصات بعض النباتات التلقائية من الصحراء الشمالية على ثلاث اطوار (البويض، الطور الأول من اليرقات و البالغة) من نمو دودة التمر *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (حرفيات الأجنحة، الفراشات الرهيفة)

سمح استعمال المستخلص المائي و الإيثانولي بالتركيزات 5%، 10% و 15%، لثلاث نباتات تلقائية من الصحراء الشمالية النبتيل (*Cleome arabica*)، العلندة (*Ephedra alata*) و الغلقة (*Pergularia tomentosa*) بتتبع تأثيرها مخبريا على اطوار البويض، اليرقي الأول و البالغة لدودة التمر *Ectomyelois ceratoniae*. بينت النتائج ان البويض المعالج بالمستخلص الكحولي للغلقة، سجل اختلاف طفيف في فترة الحضن و التي تقدر ب 5 ايام مقابل 4 ايام بالنسبة للمستخلصات الأخرى. ان معدل الوفيات عند الطور الأول لليرقات يزداد بزيادة التركيز، كما ان معدل الوفيات الناجم عن المستخلصات المائية لهذه النباتات اقل من ذلك المسجل تحت تأثير المستخلص الكحولي. تعدى معدل الوفيات 50% مع المستخلص الكحولي للنبتيل و الغلقة في التركيزين 10 % و 15 %. سجلت اعلى نسبة للوفيات تحت تأثير المستخلص الكحولي للنبتيل بتركيز 15 % (82,2%) بعد 7 ايام من التعرض لهذا المستخلص. بصفة عامة فان النبتيل و الغلقة فعالة على الطور الأول وكذلك على طور البالغة مقارنة بمستخلصات العلندة. و سجل أفضل معدل للوفيات في البالغة 86,7% باستعمال المستخلص المائي للنبتيل بتركيز 15%، يليها معدل وفيات 75,6% الناجمة عن المستخلص الكحولي للغلقة بتركيز 15%. اما العلندة فقد اعطت نتائج فقط بالمستخلص الكحولي في التركيز 10% و ارتفع في التركيز 15% حيث وصل الى أعلى نسبة 37,8%. تم تسجيل أقصر وقت تحت تأثير مستخلص الايثانول للغلقة بتركيز 15% (4,29 يوم) بالنسبة للطور الأول من اليرقات فيما كان و 7,237 ساعة باستعمال المستخلص المائي للنبتيل بتركيز 15% عند البالغة. اعطت العلندة أطول TL50. اظهرت نتائج هذه الدراسة ان *C. arabica* و *P. tomentosa* و اعادة كمبيد حشري ضد *E. ceratoniae* خاصة في مرحلة البالغة.

الكلمات المفتاح: *Ectomyelois ceratoniae*, *Cleome arabica*, *P. tomentosa*, *E. alata*, مستخلص مائي، مستخلص كحولي، اطوار النمو، وفيات

Résumé : Effet des extraits de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional sur trois stades de développement (œufs, L1 et adultes) d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae).

L'utilisation d'extraits aqueux et éthanolique à des concentrations de 5%, 10% et 15% de trois plantes spontanées, *Cleome arabica*, *Ephedra alata* et *Pergularia tomentosa* du Sahara septentrional, a permis de suivre leurs effets sur les stades œuf, larve de premier stade (L1) et adulte chez *Ectomyelois ceratoniae*. Il a été démontré que les œufs traités à l'extrait éthanolique de *P. tomentosa*, subissent une légère augmentation de la période d'incubation (5 jours au lieu de 4 jours) par rapport aux autres extraits. Chez les L1, le taux de mortalité augmente en fonction de la concentration de l'extrait. L'effet des extraits aqueux des plantes testées est moindre que celui des extraits éthanoliques. Le taux de mortalité dépasse 50% avec l'extrait éthanolique de *C. arabica* et de *P. tomentosa* aux concentrations 10% et 15%. Sous l'effet de l'extrait éthanolique de *C. arabica* à 15%, nous avons noté le plus important taux de mortalité (82,2%) après 7 jours du traitement. Généralement, *C. arabica* et *P. tomentosa* sont efficaces sur L1 et adultes par rapport à *E. alata*. Le taux de mortalité le plus élevé chez les adultes (86,7%) a été obtenu par l'extrait aqueux de *C. arabica* à 15%, suivi d'un taux de mortalité de 75,6% à l'aide de l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* à 15%. *E. alata* ne donne d'effet que par l'extrait éthanolique à 10% et atteint son maximum (37,8%) à la concentration 15%. Le minimum de temps létal (4,29 jours) a été enregistré avec l'extrait éthanolique de *P. tomentosa* à 15% pour L1, alors qu'il est de 7,237 heures pour l'extrait aqueux de *C. arabica* à 15% chez l'adulte. Les extraits d'*E. alata* ont donné le TL50 le plus long. Les résultats de la présente étude démontrent que certains composés de *C. arabica* et *P. tomentosa* présentent des effets insecticides intéressants contre *E. ceratoniae*, notamment au stade adulte.

Mots-clés : *Ectomyelois ceratoniae*, *E. alata*, *P. tomentosa*, *Cleome arabica*, extrait aqueux, extrait éthanolique stades de développement, mortalité.

Abstract : Effect of extracts of some wild plants of the northern Sahara in three stages of development (egg, L1 and adult) in *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae).

The use of aqueous extract and ethanol extract at concentrations of 5%, 10% and 15% of three spontaneous plants *Cleome arabica*, *Ephedra alata* and *Pergularia tomentosa* from the northern Sahara, has allowed to track their effects on egg stages, first stage larvae (L1) and adult of *Ectomyelois ceratoniae*. It was demonstrated that the treated eggs by ethanol extracts of *P. tomentosa* have a slight increase of the incubation period (5 days instead of 4 days) compared to other extracts. L1 in the mortality rate increases with the concentration of the extract. The effect of aqueous extracts of the plants tested is less than that of ethanolic extracts. The mortality rate is over 50% with ethanolic extract of *C. arabica* and *P. tomentosa* concentrations 10% and 15%. Under the effect of the ethanol extract of *C. arabica* 15% is rated as high mortality rate (82,2%) after 7 days of treatment. Generally, *C. arabica* and *P. tomentosa* are effective on L1 and adult compared to *E. alata*. The best mortality rate (86,7%) in adult was obtained by the aqueous extract of *C. arabica* to 15%, followed by 75,6% mortality rate due to the ethanolic extract of *P. tomentosa* at 15%. *E. alata* gives effect only with the ethanol extract by 10% and the peak (37,8%) at the concentration 15%. The minimum lethal time is recorded in the ethanolic extract of *P. tomentosa* 15% (4,29 days) to L1 while it is 7,237 hours for the aqueous extract of *C. arabica* 15% in adults. Extracts of *E. alata* gives the longest TL50. The results of this study demonstrate that some compounds of *C. arabica* and *P. tomentosa* are promising as insecticides effect against *E. ceratoniae* especially adult stage.

Keywords: *Ectomyelois ceratoniae*, *E. alata*, *P. tomentosa*, *Cleome arabica*, ethanol extract, aqueous extract, stages of development, mortality.