

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Animale

N° d'ordre :

N° de série :

Thèse de Doctorat
Présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat es Sciences
Option : Entomologie

Thème

**Effets des Phytoconstituants du *Nerium oleander*
(*Apocynacées*) sur les vers blancs
(*Rhizotrogini Coleoptera Scrabaeidae*)**

Par : **MADACI Brahim**

Soutenue le : 03/07/2017

Devant le jury :

PRESIDENT : KHELIFI Douadi Professeur Université des Frères Mentouri Constantine 1

DIRECTEUR DE THESE : MERGHEM Rachid Professeur Université des Frères Mentouri Constantine 1

EXAMINATEUR : SOLTANI Noureddine Professeur Université Badji Mokhtar Annaba

EXAMINATEUR : BOUDJELIDA Hamid Professeur Université Badji Mokhtar Annaba

EXAMINATEUR : HARRAT Abboud Professeur Université des Frères Mentouri Constantine 1

EXAMINATEUR : BERCHI Salima Professeur Université Constantine 3

Année Universitaire 2016-2017

REMERCIEMENTS

Je voudrais adresser mes sincères remerciements et ma gratitude la plus profonde à tous ceux Qui ont aidé à l'accomplissement de cette thèse.

*Je remercie chaleureusement **Pr. MERGHEM RACHID**, directeur de thèse, de m'avoir reçu au sein de son équipe, de la confiance qu'il m'a accordée, et de son soutien tout au long du travail, et surtout pour la grande motivation qu'il a sue m'insuffler tout au long de cette thèse. Je tiens à le faire parce qu'il m'a permis de découvrir ce vaste domaine charnière entre la phytochimie et l'entomologie ; merci d'avoir cru en moi, et en mon travail.*

Je remercie également les membres du jury d'avoir accepté de lire ce manuscrit et d'avoir évalué mon travail :

*Professeur **Soltani, Nourreddine** mon maître qui arrive toujours à se rendre disponible malgré ses nombreuses charges, merci*

*Professeur **Khelifi Douadi** qui a accepté de présider ce jury*

*Professeur **Boudjelida Hamid** je vous remercie de l'intérêt que vous accordez à ce travail*

*Professeur, **Harrat, Abboud** je remercie le non « entomologiste d'avoir accepté de juger mon travail et de donner un point de vue de scientifique croyez en ma reconnaissance*

*Professeur **Berchi Salima** d'avoir bien voulu accepter de juger mon travail*

Mes remerciements au Dr Aymen pour la réalisation de la Technique du spectre de masse du centre de recherche Dokki- Egypte.

Enfin, je souhaiterais que tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pendant cette thèse et que j'ai oubliés de mentionner trouvent ici toute ma reconnaissance.

MADACI Brahim

Dédicaces

A mon défunt père qui m'a toujours aidé et guidé vers le chemin de la réussite.

A ma défunte mère, source de mon bonheur.

A ma tendre épouse qui m'a toujours encouragé, pour son soutien indéfectible et à mes enfants lumière de mes yeux.

*A toute ma famille spécialement Tahar pour tous ses sacrifices et mes amis,
Je dédie cette thèse.*

MADACI Brahim

SOMMAIRE

	Page
I. Introduction Générale.....	1
II : Synthèse bibliographique	4
Chapitre I: les vers blancs.....	4
1. Introduction.....	4
2. Biologie des vers blancs.....	4
3. Evolution du cycle biologique.....	5
4. Systématique.....	7
5. Les <i>Rhizotrogini</i>	7
5.1. Les <i>Rhizotrogini Eurasiatiques</i>	8
5.1.1. Le genre <i>Rhizotrogus</i>	8
5.1.2. Le genre <i>Amphimalon</i>	10
5.1.3. Le genre <i>Monotropus</i>	11
5.2. Les <i>Rhizotrogini</i> d'Afrique du Nord.....	12
5.2.1. Aspect biologique et impact économique.....	12
5.2.2. Les principales espèces nuisibles	13
5.2.3. Position systématique.....	14
5.2.4. Cycle de vie et développement du groupe.....	15
6. Les facteurs de régulation de la population.....	19
6.1. Les facteurs du milieu (les facteurs abiotiques).....	19
6.1.1. Influence des agents climatiques.....	19
6.1.2. Influence de la nature du sol.....	20
6.1.3. Influence de l'alimentation.....	20
6.2. Les facteurs biotiques.....	21
Chapitre II : La région d'étude.....	28
1. Présentation de la région d'étude	28
1.1.1. Situation géographique.....	28
1.2. Les reliefs.....	29
1.3. Le climat général.....	29
2. La végétation.....	33
3. Les sols.....	34
Chapitre III : La plante <i>Nerium oleander</i>.....	35
1. Généralité sur <i>Nerium oleander</i>	35
2. Systématique.....	36
3. Description de la plante.....	36
3.1. Description du genre <i>Nerium</i>	36
3.2. Description de l'espèce <i>Nerium oleander</i>	37
4. Biotope.....	37
5. Intérêt médical de la plante.....	38
6. Intérêt économique de la plante.....	38
7. Etude chimique de la plante.....	38
7.1. Généralités sur les métabolismes secondaires.....	38
7.2. Substances actives.....	39

	41
Chapitre IV: Les Bioinsecticides.....	
1. Les insecticides	41
2. Les Bioinsecticides.....	41
3. L'utilisation de bios pesticides en agriculture.....	42
3.1. Avantages.....	42
3.2. Inconvénients.....	42
4. Diversité des produits Bio insecticides.....	43
5. Les insecticides d'origine végétale.....	44
Chapitre V : Les Flavonoïdes.....	46
1. Introduction	46
2. Intérêts et utilisations des flavonoïdes.....	46
2.1. Le rôle phytothérapeutique des flavonoïdes.....	47
2.2. Activité antimicrobienne des flavonoïdes.....	48
2.3. Prévention contre les maladies.....	49
	52
III : Matériels et Méthodes.....	
1. Matériels.....	53
1.1. Les larves.....	53
1.2. Les cages	53
1.3. La plante.....	53
2. Méthodes.....	54
2.1. Etude bio écologique	54
2.1.1. Choix des stations d'étude.....	54
2.1.2. Observation et étude systématique.....	54
2.2. Etude phytochimique.....	55
2.2.1. Protocole d'extraction.....	55
1. Affrontement par les Solvants.....	55
2. Affrontement par l'éther de pétrole.....	55
3. Affrontement avec l'éther di éthylique.....	55
4. Affrontement avec l'acétate d'éthyle.....	55
5. Affrontement avec le méthyle éthylcétone(MEC).....	56
5.2.2. Séparation et purification.....	56
5.2.3. Chromatographie sur couches minces	56
5.2.4. Chromatographie sur couches minces préparative	58
5.2.5. Filtration.....	58
5.2.6. Spectrométrie UV –visible.....	59
5.2.7. Le dosage des protéines et de L'ACHE.....	59
IV: Résultats et Discussion.....	60
	61
I.Etude Bioécologique.....	
1. Inventaire des différents stades larvaires dans les 7 stations d'étude	62
2. Les paramètres morphométriques	63
3. La Relation entre les différents paramètres morphométriques	65
4. Variation du nombre de soies	71
5. Comparaison du nombre de soies des <i>Rhizotrogini</i> avec les différentes espèces.....	74
6. Analyse des composantes principales	74

II. Analyse systématique	76
1. Présentation des différentes images d'écusson anal de chaque larve.....	77
1.1. Description du raster du groupe étudié.....	77
1.2. Etude bioécologique.....	85
1.3. Détermination de seuil de nuisibilité	86
1.4. Effet répulsif des boutures de <i>Nerium oleander</i> sur les larves.....	87
1.5. Essai de toxicité de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de <i>Nerium oleander</i> ...	89
1.6. Toxicité de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de <i>Nerium oleander</i>	89
III. Etude phytochimique des feuilles du <i>Nerium oleander</i>	91
1. Extraction des composés phenoliques et partition entre solvants spécifiques	92
2. Diagnostic sur Chromatographie Couches Minces (CCM)	92
3. Analyse spectrale	92
3.1. Analyse spectroscopique des phases issues de la partition entre solvants spécifiques	94
3.1.1. Spectre UV visible des 3 phases.	
1. Phase Ether diéthylique	94
2. Phase Acétate	94
3. Phase methyl éthyl cétone ou MEC	95
4 : Isolement, caractérisation et analyse spectrale des molécules purifiées	95
5. Interprétations des spectres UV visibles en présence de réactifs spécifiques	101
6. Conclusion	107
V. Conclusion Générale	108
Références bibliographiques	111

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page N°
1	Répartition géographique des vers blancs dans la région de Constantine	23
2	Femelle de <i>Pseudoapterogyna</i>	24
3	Larve mélolonthoïde d'un <i>Coléoptère</i>	24
4	Larve de <i>Rhizotrogini</i> au stade 3.	25
5	Dégâts des larves de <i>Rhizotrogini</i>	27
6	Carte du Nord-Est algérien.....	28
7	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	33
8	Modèle et dimensions des cages utilisées.....	53
9-1	Last et Mb Stade L ₁	66
9-2	Last et Mb Stade L ₂	66
9-3	Last et Mb Stade L ₃	66
9-4	Last et Mb Stade L ₁	66
9-5	R _{cl} et Last en stade L ₂	67
9-6	R _{cl} et Last en stade L ₃	67
9-7	Relation entre les paramètres R _{th} , R _{te} , R _{cl} au stade L ₁	68
9-8	Relation entre les paramètres R _{th} , R _{te} , R _{cl} au stade L ₂	68
9-9	Relation des paramètres R _{th} , R _{te} , R _{cl} au stade L ₃	68
9-10	Relation des paramètres R _{th} , R _{te} , R _{cl} au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	69
9-11	Variation du R _{te} au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	69
9-12	Variation du R _{cl} au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	69
9-13	Variation du L au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	69
9-14	Variation du Mb au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	70
9-15	Variation du P au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	70
9-16	Variation du L et Ns au stade L ₁ ,	71
9-17	Variation du L et Ns au stade au stade, L ₂	71
9-18	Variation du L et Ns au stade L ₃	72
9-19	Variation du Ns des différentes stations au stade L ₁ , L ₂ , L ₃	72
9-20	Variation du Ns des différentes stations au stade, L ₁ .	72
9-21	Variation du Ns des différentes stations au stade L ₂ .	72
9-22	Variation du Ns des différentes stations au stade L ₃ .	72
10	La projection des variables (paramètres morphométriques)	75
11-1	Palidium de trois rangés d'épines	78
11-2	Forme au palidium 1 « ailes d'ange »	78
11-3	Forme au palidium 2 « ailes d'ange »	79
11-4	Septula forme de "clou à tête trapèze".	79
11-5	Forme au palidium 3 « ailes d'ange »	79
11-6	Forme au palidium "avoïde très allongée",	79
11-7	Raster à septula "avoïde allongé "	80
11-8	Septula large "avoïde", palidia à "aile d'ange.	80
11-9	Raster à septula sous forme d'un vase avoïde	80
11-10	Palidia à aile d'ange dont la forme totale du raster est "avoïde large "	80
11-11	La septula est de forme "ovoïde", entouré de palidia intense.	80
11-12	La septula est de forme "ovoïde". du palidium symétrique.	81
11-13	Les épines avec une forme ovoïde au palidia : "forme ovoïde"	81
11-14	La septula est de forme "ovoïde", entouré de palidia intense	81
11-15	le raster à septula ovoïde, à palidia de 2 ou 3 rangé	82
11-16	La forme de la septula ovoïde.	82
11-17	la septula est symétrique avec la forme ovale allongé.	84

11-18	larve stade L ₃ , récoltée de la station Oued –Atmania.	84
11-19	tade L ₁ récoltées de la station Kadri Brahim	84
11-20	Le nombre de soies comptés.	84
11-21	Ressemble à " 2 lignes parallèles longues" ou " fermeture éclair"	84
11-22	Raster à large septula, palidia à une seule rangée, à longues épines.	84
11-23	Parenthèse large : convergente à l'extrémité antérieure.	84
11-24	Raster à large septula, palidia à une seule rangée, à courtes épines.	84
12a	La différence des dégâts causés par les vers .	88
12b	Effet répulsif des boutures du <i>Nerium oleander</i>	88
13	Dosage de l'Activité enzymatique (témoins et traitées)	89
14	Chromatographie sur Couche mince de <i>Nerium o.</i> Spectre UV-Visible.	93
15	Spectre de la phase éther/Spectre de la phase acétate/Spectre de la phase MEC	93
16a	Phase Acétate Molécule 1	95
16b	Phase MEC Acétate Molécule 1	96
17	Molécule 2 : Spectre UV-visible Tache 2 phases Ether Nerium oleander	97
18	Molécule 3 : Spectre UV-Visible tache 3 phases acétate. Nerium oleander	98
19	Molécule 4 : Spectre UV-Visible tache 4 phases acétate Nerium oleander	99
20	Molécule 5 : Spectre UV-Visible tache 5 phases acétate Nerium oleander	100
21	Molécule kaempferol	101
22	Molécule la Quercétine	102
23	Molécule Lutéoline.	103
24	Molécule Apigénine	104
25	Molécule Quercétine 3OR'.	105

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page N°
1	Températures maximales mensuelles absolues	30
2	Variation mensuelle des températures maximales. Période (1978-2004)	30
3	Température moyenne mensuelle à 50 cm en-dessous du sol.	30
4	Variabilité des précipitations de la région Constantine (1978-2004)	31
5	Régime saisonnier des précipitations à Constantine, (1978-2004)	31
6	Moyen mensuel de vent pendant la période : 1984-2004	32
7	Les moyennes annuelles de la durée d'insolation (LS) dans l'Est algérien.	32
8	Densité larvaire par station d'étude.	62
9	Stade larvaire par station d'étude.	62
10	Mensurations (mm) et poids (g) d'échantillons frais des larves des <i>Rhizotrogini</i>	64
11	La valeur maximale, moyenne et minimale des paramètres morphométriques	65
12	Les variables (paramètres morphométriques) sur le plan des Composantes 1x2.	75
13	Effet répulsif des boutures de <i>Nerium oleander</i> sur les larves de <i>Rhizotrogini</i> du stade 2 (n = 5)	87
14	Dosage des protéines (ml) (mg de protéines/mg de tête)	90
15	Dosage de l'AchE (100µl) cas témoins	90
16	Dosage de l'AchE (100µl) cas traités	90
17	Taux de L'AchE (µm/min/mg de protéines)	90
18	Les spectres de la phase acétate	94
19	Tableau récapitulatif des différentes molécules	106

Abbreviations

ACHE	: Acétylcholinestérase
HPLC	: Chromatographie Phase Liquide
UV	: Ultra Violet
Rf	: Rapport Frontal
SM	: Spectre de Masse
CCM	: Chromatographie sur Couches Minces
CG	: Chromatographie Phase Gaz
CP	: Chromatographie sur papier
RMN	: Résonance Magnétique Nucléaire
IR	: Infrarouge
DL50	: Dose létale 50
CG	: Cardio –vasculaire
NPV	: Polyédrosenucléaire
Bt:	<i>Bacillus thuringiensis</i>

Introduction

Introduction Générale

La stagnation de la production céréalière est le résultat de plusieurs facteurs qui tendent à diminuer sa valeur quantitative et qualitative, parmi ces facteurs nous pouvant citer les plus importants tels que les mauvaises herbes, les maladies et les insectes.

Parmi les insectes nous pouvons citer les *Rhizotrogues* qui sont très nuisibles à l'état larvaire. Ces ravageurs sont appelés communément les "vers blancs" et ils représentent un des plus grands fléaux de la céréaliculture algérienne.

Ces insectes sont accusés d'être en grande partie responsables de certaines famines au moyen âge, en particulier lorsque leurs pullulations viennent après une année de sécheresse, comme ce fût le cas en 1947, sur 8000 hectares, près de 7000 étaient infectés et que dans beaucoup d'endroits la terre était mise à nu.

La lutte chimique contre ces insectes est très coûteuse et elle présente beaucoup d'inconvénients. (non sélective et elle a des impacts négatifs sur l'environnement).

L'utilisation du *Nerium oleander* (Laurier-rose) pour limiter les dégâts des vers blancs a été pratiquée depuis longtemps par les agriculteurs d'une manière traditionnelle (Sous forme de boutures plantées autour des parcelles attaquées par les larves).

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Gainge et Ahmed, 1988). Dès l'antiquité, les chinois, les grecs et les Romains utilisaient les plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic (Nas, 1969). Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratum sp* comme insecticides et rodenticides tandis que les extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (Schumtterer, 1992). Sous les tropiques

L'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) est répertoriée depuis au moins 4000ans (Larson, 1989). Au XIX^e siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsif ou produits toxique parmi lesquels il y avait de la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales. La nicotine servait pour lutter contre les insectes piqueurs suceurs des plantes vivrières. La roténone s'est révélé un composé phytosanitaire du plus haut intérêt.

Ces en partant de ces considérations que nous avons été amenés a nous intéressé au problème des vers blancs. De ce fait nôtre étude comporte plusieurs objectifs:

- ✓ Etude de la Bio écologie des Rhizotrogues.
- ✓ Etude Systematique des larves Rhizotrogues.
- ✓ Etude phytochimque du *Nerium olaender* (extraction des molécules actives).
- ✓ Etude expérimentale pour confirmer la toxicité de cette plante sur les vers blancs.

Partie Bibliographique

Chapitre I : Les vers blancs

1. Introduction

Des dégâts, se caractérisant dans les cas les plus graves par une destruction complète du système racinaire sont régulièrement observés au niveau de certaines cultures. Les couverts végétaux complètement desséchés se détachent par plaques entières ou ont disparu, laissant la terre à nu. Dans la majorité des cas ce sont les larves de rhizotrogues ou hannetons, assimilables à des « vers blancs » qui les provoquent.

Les insectes sont parmi les grands prédateurs des cultures. On estime à 9000 espèces d'insectes, environ 5% d'entre elles ont une incidence économique majeure, les plus importants sont les lépidoptères, les coléoptères, les homoptères, les orthoptères et les termites ravageurs de bois. Au sein de ce grand groupe de ravageurs, les Rhizotrogues représentent une tribu des plus nuisibles en particulier à l'état larvaire. Les « vers blancs » sont un des plus grands fléaux de la céréaliculture algérienne, (INPV ; 2016). Il est à rappeler que ces insectes sont accusés d'être en grande partie responsable de certaines famines du moyen âge. (Balachowssky AS., 1962) en particulier lorsque leur pullulation coïncide avec une année de sécheresse. (Figure 1).

2. Biologie des vers blancs.

Les espèces de vers blancs ont un développement de type holométabole, soit à métamorphose complète (œuf, larve, nymphe et adulte). Le cycle comprend trois stades larvaires, dont les premiers causent moins de dommages (Simard et *al*, 2009). Les insectes terricoles phytophages constituent également un fléau pour les cultures. A cet égard, plusieurs méthodes de protection ont été expérimentées (Randriamanantsoa & Ratnadass, 2005 ; Ratnadass et al, 2008).

Les différentes espèces de vers blancs possèdent des caractéristiques communes au stade larvaire permettant de les décrire et de les identifier :

- La couleur blanche;
- La forme de la larve en forme « C » (Fig.3a et 3b);
- La présence de deux rangées d'épines sur le raster (bout de l'abdomen)

- La présence de trois paires de pattes;
- La couleur et la forme de la capsule céphalique brun roux portant d'importantes mandibules (pinces pour l'alimentation).

Les *Pseudoaptérogyna* et les *Géotrogus* appartenant aux Rhizotrogini de l'Afrique du Nord ont une biologie qui reste, à ce jour, insuffisamment documentée. L'apparition des adultes s'effectue en deux périodes, l'une en automne et la seconde au printemps.

3. Evolution du cycle biologique

D'une manière générale les *Rhizotrogues* ont un cycle évolutif triennal et volent au printemps (Mars à Juin, les *Amphimallons* de la même famille ont un cycle annuel ou bisannuel et n'apparaissent qu'en été (Juin – Août), ce raccourcissement du cycle est dû à la progression du développement hivernal (Medvedev 1951 et Monveiller 1954) (In Balchowsky 1962).

Le cycle évolutif du genre *Monotropus* et le même que celui des *Amphimallons*, les larves hivernent deux fois, la nymphose à lieu au printemps et les adultes apparaissent quelques jours après leurs éclosion. Les *Rhizotrogini* rencontrés en Algérie ont un cycle évolutif de trois ans (Anonyme). La durée du cycle évolutif dépend beaucoup du climat. Elle est fonction d'une part du nombre et de la durée des phases d'arrêts de développement pendant la vie larvaire, d'autre part de la température et de l'humidité pendant les périodes d'activités.

Les arrêts de développement sont provoqués par l'apparition de facteurs défavorables, température trop basse ou trop élevée par exemple, un appauvrissement en source alimentaire. Le développement reprend dès que le milieu extérieur redevient satisfaisant. D'après Meunier (1928) In Balchowsky. (1962) les principales phases du cycle évolutif sont présentées par ces périodes successives suivantes :

Première année

- L'hibernation de l'insecte adulte dure jusqu'au printemps à la fin du mois avril début mai. Le vol pré-alimentaire est effectué par les insectes jeunes sortant de terre pour la première fois et se dirigeant vers les arbres.

- La période d'alimentation précède la ponte. Les femelles s'envolent des bois et vont déposer leurs œufs dans les champs, c'est le vol de la ponte,
- Le vol après ponte a lieu 3 ou 4 jours après leur enfouissement pour pondre, les insectes ressortent de terre et retournent sur les arbres.
- L'alimentation succédant à la ponte est réalisée lorsque les femelles sont vidées de leurs premiers œufs, elles s'attaquent de nouveau au feuillage et mûrissent une deuxième série d'ovocytes durant 2 ou 3 semaines.
- Des vols de deuxième ponte et éventuellement de troisième ponte sont effectués
- L'Incubation des œufs dure environs 6 semaines.
- Le premier stade larvaire dure 2 mois, et la première mue intervient dans la période allant de fin d'août, à début septembre.

Deuxième année :

Le cycle reprend avec une alternance d'hibernation et de mue larvaire.

- Hibernation de la larve du deuxième stade : l'arrêt de développement se produit vers la mi-octobre, les vers blancs s'enfoncent alors jusqu'au sol non traité et y demeurent inactif jusqu'à la mi-avril.
- La deuxième mue larvaire se produit en juin, donnant la jeune larve du troisième stade, qui est très vorace, causant de grands dégâts aux cultures.

Ces ravages se poursuivent jusqu'à ce que la larve ait constituée sa réserve c'est-à-dire jusqu'à l'automne.

Troisième année :

- L'hibernation de la larve du troisième stade : se manifeste par l'enfouissement, comme l'année précédente, en octobre ; elles cessent toutes activités jusqu'au printemps suivant.
- C'est la deuxième année « du stade larvaire » : en mai et juin les larves reprennent leur alimentations, leurs périodes d'activité est courte elle est de 2 mois environ mais suivi de gros dégâts.

Nymphose : parvenue à leur complet développement, les larves du troisième stade s'enfouissent et aménagent une loge où s'accomplit la métamorphose. Celle-ci dure 2 mois. L'insecte est formé dans le courant d'août mais il reste dans sa loge nymphale.

4. Systématique

Les coléoptères appartiennent à l'un des plus importants embranchements du règne animal : L'embranchement des *Arthropodes*, en effet il représente 78 % des espèces animales décrites, il groupe plus de 780.000 espèces dont 717.000 espèces d'insectes (Pesson 1885). Pour la classification des coléoptères, nous adopterons celle proposée par P. de Peverimhoff (1933 – 1938) et suivie par J. Saint Clair et A. Mequignon. (In Balachowsky 1962).

Parmi les Coléoptères, on trouve la super famille des *Scarabaeoidea* qui appartient au sous ordre de *Polyphaga* et comprend 3 grandes familles qui sont :

Les *Trogidae*, les *Lucanidae* et les *Scarabaeidae*. Cette dernière famille constitue une des plus importantes familles des Coléoptères, tant au point de vue systématique qu'au point de vue importance économique.

Les adultes de beaucoup d'espèces phytophages nuisent aux feuilles ou aux fleurs de nombreuses productions végétales ; les larves ou " vers blancs " comptent parmi les principaux fléaux de l'agriculture car elles dévorent les racines des plantes les plus variées, beaucoup de ces espèces nuisibles sont représentées dans la sous famille des *Mélonthinae* dont les adultes sont pour la plus part des insectes assez gros, colorés en brun fauve. Les genres qui représentent cette famille sont : *Polyphylla*, *Anoxia*, *Mélolontha* d'une part, et d'autres genres très voisines les unes des autres groupés sous le terme de *Rhizotrogini*, cette tribu comprend :

les *Amphimallon* et des *Rhizotrogus* vivent surtout en Eurasie tandis qu'en Afrique du Nord, les vers blancs appartiennent essentiellement aux genres : *Pseudoaptérogyna* et *Géotrogus* leurs adultes sont plus ou moins aptères.

5. Les *Rhizotrogini*

Cette tribu comprend de nombreux genres principalement répandus en particulier en Afrique du Nord et retrouvés en Algérie.

En Europe et dans le bassin méditerranéen les insectes de ce groupe très important tant par

le nombre et la diversité de ses représentants (plus de 1800 espèces décrites dans le monde d'après Medvedev), que par l'étendue de leur dégâts, appartiennent à deux principaux genres, *Rhizotrogus Berthold* et *Amphimallon Berthold* qui compte chacun plusieurs espèces.

En Europe orientale et en Asie Mineure, les genres *Haplidia Hope* et *Monotropus Erikson* renferment quelques espèces localement nuisibles.

En Afrique du nord les genres *Géotrogus Guérin* et *Pseudoaptérogyna Escalera* comportent de nombreuses espèces. Tous ces insectes se ressemblent à la fois par leur taille (1,5 à 2 cm de longueur) leur couleur (brun fauve plus ou moins foncé et homogène) leurs caractères anatomique (antennes de 7 à 10 articles avec 3 à 6 feuillets, abondante pilosité sur la majeure partie du corps, etc.) ainsi que par les caractères généraux de leurs écologie et leur éthologie (une seule ponte, vie larvaire de deux années, etc.).

Les critères morphologiques différenciant les genres et les espèces sont en général très peu importants et consistent en points de détails tels que la distribution de la pilosité, la répartition de la ponctuation etc. Par contre les mœurs de ces diverses espèces présentent des différences souvent très sensibles, comme l'ont souligné Medvedev (1951) et Monveiller (1954) l'habitat des larves, l'heure et la saison des vols des adultes, l'alimentation de ceux-ci varient avec les espèces et d'avantage encore avec les genres. D'une façon générale, les *Rhizotrogues* ont un cycle évolutif triennal.

5.1. Les *Rhizotrogini* Eurasiatique

5.1.1. *Rhizotrogus*

Au point de vue morphologique le genre *Rhizotrogus Berthold* se caractérise essentiellement par des antennes de 10 articles avec une massue de trois feuillets plus grande chez les mâle que chez les femelles, et accessoirement par d'autres caractères de détails : métasternum relativement long, mâle toujours ailés. Bord intérieur du thorax sans rebord, petite dent à la base des griffes des tarsi dans les deux sexes.

Les larves portent toutes un rostre composé de longues épines disposées en rangées irrégulières. Double ou triple par endroit qui s'écarte généralement vers la partie postérieure. Au point de vue biologique, la principale particularité de ce genre est l'hivernation des adultes qui restent enterrés après leur formation au cours de l'été et qui n'apparaissent en surface qu'au printemps suivant. Dans le genre Rhizotrogus on peut trouver plusieurs espèces.

➤ ***Rhizotrogus aestivus Oliv***

Ce genre se distingue des autres *Rhizotrogus* par l'absence de pilosité sur les élytres et le pygidium, par la coloration brune plus foncée que le reste du corps, des bords de la suture élytrale et par la présence d'une tâche brune sombre allongée sur le disque du thorax. L'espèce Rhizotrogus aestivus est répartie de l'Europe moyenne et méridionale et l'Asie mineure, depuis le Portugal jusqu'au nord de l'Iran. (D'après Bérizina.) Cette espèce s'attaque aussi aux racines des pins, chênes, oliviers, pommier.

➤ ***Rhizotrogus marginipes Muls***:

Cet insecte de couleur roux jaunâtre pâle, est localisé en méditerranée occidentale il se différencie des formes voisines par l'abondante pubescence dressée sur le thorax, qui présente en outre une ponctuation forte devenant plus fine sur la face ventrale. Les adultes se rencontrent essentiellement dans les zones sèches et chaudes à végétation éparses (Couturier et Robert, 1954 in Balachowsky 1962).

➤ ***Rhizotrogus (Miltotrogus) vernus Germ***

Cet insecte de 15 à 20 mm de long et de couleur brun fauve, présente sur le pygidium une courte pubescence dressée et une forte ponctuation formée de points arrondis qui forment une granulation, dans la zone médiane se localisent dans la majeure partie de l'Europe méridionale, Italie du nord, Hongrie (In Balachowsky 1962).

➤ ***Rhizotrogus (Miltotrogus) aequinoctialis Herbst***

Se distingue par les flagelles de l'antenne du mâle dont l'extrémité est nettement recourbée vers l'intérieur et particulièrement développée, étant plus long que le reste de l'antenne. Le pronotum est finement et densément ponctué chez le mâle, situé beaucoup plus profondément

chez la femelle, les élytres brun-roux, comme le reste du corps, sont très convexes avec les carènes dorsales accusées. Le bord externe des tibias antérieurs est armé de trois grosses dents. C'est un insecte de 13 à 18 mm de long sur 1cm environ de largeur, cette espèce est nuisible à l'état larvaire à de nombreuses plantes cultivées.

5.1.2. *Amphimallon*

Ce groupe se différencie de *Rhizotrogus* par des antennes de 09 articles, la principale particularité de la biologie des amphimallons consiste en leur nymphose printanière. Si bien que l'adulte vole en été pendant quelques jours après sa formation et ne présente pas d'arrêt de développement hivernal. Il en résulte un raccourcissement du cycle évolutif qui ne dure qu'un ou deux ans. Plusieurs espèces peuvent être distinguées.

➤ *Amphimallon majalis Razm*

Cette espèce est caractérisée par la présence d'une fine pubescence claire homogène sur les élytres et d'une ponctuation très fine et très dense sur le disque du thorax. Le corps grêle assez allongé est un peu élargi en arrière. Il est de couleur brun foncé tandis que la tête et le pronotum sont roux. L'*Amphimallon majalis* est localisé en Europe occidentale et moyenne. L'insecte pèse en moyenne 300 mg (plus ou moins 50 mg) et mesure environ 15 mm de long. La femelle est légèrement plus grande que le mâle (Cyrisco et All. 1954).

➤ *Amphimallon solstitialis L.*

C'est l'espèce la plus nuisible et la plus répandue : ses dégâts s'observent dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie. Cette espèce est nuisible à toutes les cultures ; prairies, céréales, plantes sarclées, cultures maraîchères et pépinière. Sa longueur varie de 1,5 à 2 cm. Son poids à la naissance est d'environ 600 mg (In Balachowsky1962) L'adulte se reconnaît à sa couleur brun fauve, luisante quasi-uniforme.

➤ *Amphimallon falleni Gyll*

Cette espèce se distingue par sa taille et une ponctuation du pygidium plus simple (Laudiu, 1954- in Balachowsky, 1962). Cette forme est en réalité une espèce voisine mais distincte de *A. solstitialis* .

➤ ***Amphimallon ochraceus Knoch***

A. ochraceus Knoch se différencie par la forme du corps et de la pilosité élytrales, il n'existe pas de rangées longitudinales, ni de grandes soies dressées sur le bord des élytres, la ponctuation du pygidium est plus effacée et plus simple (Paulin1941– In Balachowsky1962).

➤ ***Amphimallon assimilis Herbst***

Elle est semblable à *A. Majalis razm* les deux espèces ont la même taille, une morphologie identique et une même coloration brun fauve plus foncé de la tête et au thorax; d'après In Balachowsky1962, de légères différence dans le pronotum, ce dernier présente a une plus grande largeur en arrière du milieu (un peu en avant au milieu chez *A. majalis*).

➤ ***Amphimallon ruficornis F.***

Très voisine d'*A. Majalis razm* par la taille, la couleur et l'aspect général, son air de répartition comprend la majeure partie de l'Europe continentale.

5.1.3. *Monotropus*

Ce genre comprend quatre espèces est caractérisé par les antennes composés de 7 articles avec une massue de 3 feuillets. Ce sont des petits *Mélolanthinae* de couleur brune, de 1 cm de long recouverte d'une pubescence relativement courte, les larves de 2 cm de long caractérisés surtout par les nombreuses rides profondes et grossières qui marquent le clypéus et le labre, le 9ème stigmate est beaucoup plus petit que le précédent (Medvedev, 1952 In Balachowsky1962).

La principale espèce est *Monotropus nordmanni Blanchard* .C'est une espèce voisine et moins fréquente que *M. fausti*, elle vit dans les mêmes régions et dans les mêmes biotopes, elle possède une biologie identique.

Monotropus nordmanni Blanchard : c'est un petit *Scarabaeidae* de 10 à 12 mm, brun foncé avec la tête et le thorax plus foncé, qui se rencontre depuis la Moldavie jusqu'aux régions précausiennes occidentales vit dans les sables, les terrasses des fleuves, il semble préférer les zones couvertes de végétation où le sol est riche en humus. Les dégâts sont provoqués par les larves qui se nourrissent de racines.

5.2. Les *Rhizotroginis* d'Afrique du Nord

Les *Rhizotroginis* de l'Afrique du Nord sont largement représentés par 13 genres du groupement et 64 espèces ou forme différentes. Leur étude a fait l'objet d'un travail fondamental de Depierimhoff. De 1954 à 1962, qui a précisé les caractéristiques morphologiques de différentes espèces groupés actuellement en quatre genres : *Amphimallon* Serv., *Rhizotrogus* Serv., *Géotrogus* et *Pseudoaptérogyna* Escalera, ces deux derniers étant endémiques à la berbérie.

La faune des *Rhizotroginis* nord-africaine est caractérisée également par un endémisme très accusé, toutes les espèces y sont indigènes à deux exceptions près qui ont pénétré l'une en Sicile (PS. *Amphytus* Buquet) l'autre en Andalousie (*G.Anachoreta* Rosh). Au point de vue géographiques: l'aire de répartition de la plupart des espèces est également limité à des zones géographiques relativement restreintes ou à des biotopes particuliers. Le centre du groupement est l'Algérie, mais un certain nombre d'espèces vivent également au Maroc et en Tunisie. A l'est, les *Rhizotroginis* ne dépassent pas la Cynérai que et aucune espèce de Berbérie n'atteint l'Egypte. Ce groupe habite principalement le Tell et les hauts plateaux et leurs limites sud s'arrêtent au nord du Sahara.

5.2.1. Aspect biologique et impact économique :

Les *Rhizotrogini* du nord de l'Afrique comptent parmi les ennemis les plus importants de diverses cultures : céréales, cultures maraîchères, pépinières, jardin, vignobles etc. Certaines espèces sont nettement plus fréquentes et nuisibles que d'autres, mais dans l'ensemble, la biologie du groupement est particulièrement peu connue dans son détail. Les études faites jusqu'à présent sur ce groupe de ravageurs dans les conditions bio-climatique algérienne sont très rares, il s'agit plutôt de certaines observations fragmentaires.(Hurpin 1945).Seule quelques espèces ont fait l'objet d'observation de la part de divers entomologistes (Mayet1890, Delassus et All 1933, Balachowsky et Mesnil 1936), (In Balachowsky 1962).

5.2.2. Les principales espèces nuisibles

Les principales espèces nuisibles appartiennent aux genres *Géotrogus* et *Pseudoapétrogyna*

- *Géotrogus*

- *Géotrogus Escalera*

Ce genre ne se différencie du précédant que par l'aptérisme des deux sexes, même leurs pièces génitales sont identiques, les principaux ravageurs de ce type sont:

- ✓ *Géotrogus inflatus Buquet*

Gros *Rhizotrogue* brun rougeâtre. Le mâle de deux cm de longueur, qui paraît localisé principalement dans la zone céréalière d'Oranie.

- ✓ *Géotrogus déserticola Blanch*

Plus petit, plus foncé, est répandu dans toute l'Algérie mais surtout abondant sur les hauts plateaux où les densités de 100 larves au m² ne sont pas rares.

- ✓ *Géotrogus olcesli Fairm*

Est une espèce marocaine (moyen atlas) au corps massif, noir avec la massue antennaire rouge.

1. *Pseudoapétrogyna*

- *Pseudoapétrogyna Escalera*

Ce genre très homogène, propre à l'Afrique du nord est caractérisé par les antennes de 10 articles et l'aptérisme des femelles. (Figure 2). Les espèces sont très difficile à différencier entre elles tant les caractères taxonomiques sont faibles. Il est partagé en 5 groupes d'après (Peyerimhoff In Balachowsky 1962). Au groupe de *Pseudoapterogyna tusculus Buquet* appartiennent les espèces *Amphytus Buquet et Stupidus fairmaire*, insecte de 15 à 20 mm de long, de coloration très variable mais avec les élytres qui sont si semblables que Peyerimhoff ne le considèrent comme deux véritables espèces.

Ces deux *rhizotrogues* sont nuisibles au blé et à la vigne dans la majeure partie de l'Algérie, mais surtout dans les régions de Annaba et de Constantine (Moutia 1940); *Pseudoapterogyna. amphytus* se trouve également en Tunisie. Dans le groupe *Pseudoapterogyna. euphytus* *Buquet* qui vit au Maroc et à la Lybie comprise, nous citerons l'espèce *Pseudoapterogyna. euphytus* *Buquet* dont les larves ravagent les cultures de blé et autres céréales. *Pseudoapterogyna vorax* *Mars* qui présente une forme marocaine, *Pseudoapterogyna sordescens* *fairm*, nuisible à l'état larvaire et sous la forme adulte (Delassus et All 1933).

Enfin le groupe de *Pseudoapterogyna numidicus* est représenté essentiellement par l'espèce *Pseudoapterogyna numidicus* *Luc* qui est l'un des *rhizotrogues* les plus nuisibles, en particulier dans le Sahel et le Tell algérien : les adultes consomment le feuillage de la vigne et les larves sont des vers blancs les plus fréquents sur les racines de végétaux cultivés les plus variés.

5.2.3. Position systématique

<i>Embranchement</i>	<i>Artropodes</i>
<i>Sous Embranchement</i>	<i>Antennates -Mandibulates</i>
<i>Super Classe</i>	<i>Tracheates</i>
<i>Classe</i>	<i>Insectes</i>
<i>Sous Classe</i>	<i>Pterygotes</i>
<i>Super Ordre</i>	<i>Coleopteroides</i>
<i>Ordre</i>	<i>Coleopteres</i>
<i>Sous Ordre</i>	<i>Polyphaga</i>
<i>Super Famille</i>	<i>Scarabaedidea</i>
<i>Famille</i>	<i>Scarabaeidae- Pleurosticti</i>
<i>Sous Famille</i>	<i>Melolonthinae (Rhizotrogini)</i>
<i>Genre</i>	<i>Pseudoapterogyna Escalera</i>

D'après Peyerimhoff cited in Balachowsky AS., (1962).

5.2.4. Cycle de vie et développement du groupe

❖ *La vie des adultes*

➤ **Les adultes hibernants**

Le premier hiver se passe en terre à l'état d'imago, lorsque le sol n'a pas été travaillé. L'insecte hiverne dans la loge édifiée, par le ver blanc quelques jours avant la nymphose au milieu des débris des dépouilles de la larve et de la nymphose. L'hibernation peut s'effectuer jusqu'à 60 à 80 cm et même à 1 m de profondeur. L'insecte en hibernation présente la plupart des caractères propre à la diapause vraie ; absence d'appétit, géotactisme positif strict (d'après Hurpin 1953). Cette diapause est liée au fonctionnement de l'appareil génital, elle disparaît lorsque l'ovaire est parvenu à un certain stade de développement défini par le nombre d'ovocytes. La diapause cesse d'autant plus vite que la température est plus élevée, l'optimum étant de 20°C.

➤ **Les sorties de terre**

Les premières sorties se produisent à la fin du mois d'avril, conditionnées par le réchauffement du sol au printemps, selon Hurpin 1956. La remontée et la sortie des insectes hibernants sont sous la dépendance de divers facteurs ; qui sont en rapport soit avec l'insecte soit avec le milieu. En effet, des variations individuelles de comportement de sensibilité au stimulus extérieur, de latence réactionnelle, les différences d'états physiologiques influencés par 6 mois de vie souterraine, interviennent également dans la rapidité de remontée des insectes.

Ces sorties de terre ont lieu pendant la journée et au crépuscule (New 1941, Reginer et Hurpin 1948, Weismann et Gasser 1950 In Balachowsky 1962).

➤ **Le vol pré-alimentaire**

Les grands vols se produisent au crépuscule et se déclenchent brusquement, juste après la disparition du soleil, ils sont constitués par des insectes à jeun, sortie de terre depuis peu de temps, d'où leur qualification de " pré-alimentation ".

La période de vol dure ½ heure environ et l'activité cesse presque aussi brutalement qu'elle a commencée, une fois déclenché les sorties et les vols pré-alimentaires se poursuivent chaque soir si le temps est favorable et cela pendant trois à quatre semaines.

➤ **Accouplement**

Au cours des vols crépusculaires les mâles sont beaucoup plus actifs que les femelles, celle-ci restent généralement près de la surface de sol ou sur les arbustes et se déplacent peu, selon Monveille 1958. Elles se tiennent immobiles dans une position caractéristique : pattes

postérieurs étendus et abdomen relevé avec la portion de l'oviducte faisant saillie à l'extérieur de sorte que les glandes accessoires deviennent visibles, cette attitude est propre aux femelles vierges car après l'accouplement les femelles sortent rarement du sol.

➤ **Ponte**

Les femelles déposent à environ 10cm de profondeur une vingtaine d'œufs en moyenne, chaque œuf, de couleur blanc laiteux, mesure approximativement 0,7 mm sur 0,5 mm il est placé isolement dans une loge dont le volume est le double du sien. Selon Auber 1971, quelques semaines après, de ces œufs naissent de petites larves blanches appelées vulgairement ‘ Ver blanc, ou : meunier, turcs, mans. Ces petites larves se disséminent aussitôt en terre à la recherche des racines, qui pendant 3 années, vont être leur nourriture. Elles s'enfoncent de 50 à 60 cm dans le sol pour échapper aux rigueurs de l'hiver, et se rapprochent de la surface pendant le printemps.

Les premières femelles pondeuses s'observent après le début des vols, c'est à dire au début du mois de juillet. D'après Gyrisco et All 1954, la ponte est échelonnée, pour une même femelle l'oviposition dure 4 à 5 jours mais la plupart des œufs sont émis les deux premiers jours, chaque individu n'effectue qu'une seule ponte et la femelle meurt dans le sol peu de temps après l'expulsion du dernier œuf. L'incubation demande, suivant la température, de 5 à 36 jours, au cours de laquelle l'œuf change de volume et de poids.

❖ **La vie larvaire**

➤ **Description des larves**

Les larves des Coléoptères dites ‘ Melolonthoïdes ‘ sont tous du même type, elles se caractérisent par leur forme recourbée bien connue, elles ont le corps mou, un gros abdomen arqué, non pas un de yeux ni d'ocelles ; leurs antennes sont courtes et grêles, leurs pattes sont réduites et leur bouche est broyeuse, leur tube digestif se termine en cul de sac où s'accumulent les excréments (H. Boué. 1971, In Balachowsky 1962). La fente anale est composée de 3 branches disposées en Y (Balachowsky 1962).

Les larves des rhizotroginis se reconnaissent à leur taille qui dépasse rarement 2 cm de longueur et surtout à leur mode de déplacement sur une surface plane : Elles cheminent la face ventrale contre la terre à l'aide de leurs pattes. (Figure.3 et 4)

➤ **Les différents stades**

La vie larvaire dure deux années au cours desquelles 3 stades sont séparés par 2 mues. Les stades se distinguent par la largeur de la capsule céphalique mesurée au niveau de l'insertion des antennes : 2,5 mm pour le 1^{er} stade, 4,5 mm pour le 2^{ème} stade, 6,8 mm pour le 3^{ème} stade.

✓ **Le premier stade larvaire**

La larve néonatale pèse environ 25 mg, son corps est blanc couvert d'une abondante pilosité rousse ; dès qu'elle commence à s'alimenter son pygidium se colore en noir. Ce stade dure environ 2 mois et demi dans la nature (3 mois à 15°C et 2 mois à 20°C), (Hurpin 1955). La première mue se produit lorsque l'insecte pèse 150 mg en moyenne. En cette période la quantité de nourriture ingérée est trop faible par individu pour que des dégâts sensibles se manifestent dans les cultures. Des essais de laboratoire et diverses observations en plein champ révèlent que les jeunes vers blancs ont des exigences assez sévères, tant en ce qui concerne la température, l'humidité et la structure même du sol, que pour la nature qualitative de leur alimentation (Hurpin 1956). La mue n'est possible que si la température est supérieure à 15 °C (Will et Wildbolz 1953, Hurpin 1955 In Balachowsky 1962). Les sols trop riches en sable ou trop argileux sont néfastes à ces insectes (Stancic 1952. Hurpin 1955). D'après les travaux de (Klinger 1957) les larves semblent attirées vers les racines essentiellement par le CO₂ que ces organes émettent. Une fois parvenue au voisinage des racines les vers blancs les attaquent ou non suivant la nature physico-chimique des racines.

✓ **Le deuxième stade larvaire**

La première mue a lieu fin août – début septembre, elle est précédée et suivie d'un arrêt de l'activité locomotrice et alimentaire pendant quelques jours. La mue s'effectue en deux ou trois heures : L'insecte sort de sa dépouille par une fente en T, qui se manifeste sur les tergites thoraciques et la capsule céphalique s'ouvre suivant les trois sutures de l'épicrâne. La larve qui vient de muer est entièrement blanche mais la tête et les pattes se teintent en jaune clair peu après. La pigmentation normale est réalisée au bout de quelques heures et la cuticule acquiert sa rigidité complète un ou deux jours après le plus souvent, la larve venant de muer consomme son exuvie. La larve du deuxième stade s'alimente pendant 4 à 6 semaines environs tant que la température est assez élevée : à l'approche des premiers froids le ver blanc s'enfoncent; puis entre en hibernation. L'hibernation se situe au contact de la couche dure non travaillée.

Dans le courant d'avril lorsque le sol se réchauffe et atteint de 7 °C à 30 cm, les larves reprennent

leur activité et remonte vers la surface du sol, de sorte que dans un délai de 1 à deux semaines, les larves se retrouvent au niveau des racines qu'elles consomment à nouveau. Enfin mai-juin la deuxième mue se manifeste, les insectes pèsent environ 800 mg, cette mue s'effectue selon les mêmes modalités que les premières, il en sort une larve du troisième et dernier stade.

✓ **Le troisième stade larvaire**

C'est le plus long, puisqu'il persiste un an, c'est également le stade le plus nuisible à cause de l'accroissement considérable de la voracité larvaire pendant tout l'été, les larves ne cessent de s'alimenter que lorsque la chaleur et la sécheresse deviennent insupportable, elles s'enfoncent alors dans des couches plus humides (Ratzeburg, Schwerdtfeger, In Balachowsky 1962), et remonte vers la surface, dès que les conditions d'humidité redeviennent plus favorables. En dehors de ces déplacements verticaux très occasionnels, les vers blancs cheminent horizontalement, de racines à racines. Au moment où le sol se refroidit rapidement les vers blancs quittent les racines pour s'enterrer et hiverner de la même façon qu'un an plutôt, (In Balachowsky 1962). Dès le printemps, les vers blancs reviennent à la surface et s'attaquent de nouveau à toute sorte de végétal. Leur réserve étant constituée leur appétit amoindri, remontés dans le courant d'avril, ils se ré-enfouissent en juin pour subir la métamorphose.

➤ **La nymphose**

Elle se produit en juin-juillet de la 2^{ème} année qui suit celle des vols des Hanneçons. Les larves qui ont terminés leur développement et sont physiologiquement aptes à la métamorphose présentent de nouveau une modification de leur éthologie. Les premiers processus de métamorphose se traduisent par la vidange du tube digestif : intestin moyen et surtout l'intestin postérieur, y compris la poche rectale, et par un changement de tonus de la musculature abdominale. La larve perd alors sa courbure en arc et son volumineux *Pygidium*, elle est devenue une " Pré-nympe " reconnaissable à son corps beaucoup plus rectiligne que celui du ver blanc, aux pattes qui pendent inertes et à l'absence de l'accumulation de terre dans le rectum. La durée de la pré-nympe est fonction de la température (Vogel et Elite 1953 In Balachowsky 1962). La nymphe sort de la dépouille par une fente dorsale des tergites thoracique, la région antérieure se dégage la première. La sortie de l'imago de la dépouille nymphotique est très rapide.

A la naissance, les ailes et les élytres sont d'un blanc pur, le reste du corps étant coloré en

brun clair, la coloration et le durcissement commencent dès l'éclosion, la teinte normale est obtenue dans la journée qui suit. Ces phénomènes se passent en août, septembre et à cette époque le sol est à une température au seuil d'activité, alors les insectes demeurent inactifs dans la loge où ils sont nés.

6. Les facteurs de régulation des populations

Etant donné l'importance des dégâts commis par les larves, les difficultés rencontrées jusqu'à ces dernières années sont de découvrir des méthodes de lutte efficace et les dangers que représentent les techniques modernes de traitements, il est compréhensible que de nombreux travaux aient été consacrés à l'étude des facteurs occasionnant les pullulations en les hécatombes de l'insecte.

6.1. Les facteurs du milieu (facteur abiotique)

Ce sont essentiellement la nature du sol, les conditions climatiques et la qualité de l'alimentation qui influe sur l'importance numérique des populations.

6.1.1. Influence des agents climatiques

Nous avons vu précédemment que le climat paraît être intervenir dans l'évolution des populations, deux des éléments intervenant dans cette régulation sont à retenir : la température et les précipitations qui agissent tous deux sur les différentes phases de l'insecte :

➤ Action du climat sur l'imago

Pour certains auteurs comme Dé Coppet.(1950), Schneider, Orelli et Braun, Schwerdjfeger et Daru, le niveau des populations de l'insecte est déterminé surtout par le climat du printemps au moment des vols. Grassé et Wiesman 1950,(In Balachowsky1962) l'ont observé dans la nature et démontrés expérimentalement. Les insectes se sont révélés, d'après ces essais, capables de supporter un froid sec de -5°C à -8°C pendant 8 heures sur 48 heures .A cette température, où on a enregistré un taux de mortalité, mais il y a encore de nombreux survivants. Gassé et Weisman admettent cependant avec Dé Coppet, Schneider, Orelli et Schwerdjfeger, que les mauvaises conditions climatiques printanières : froid ou pluie et neige persistante, sont les principaux responsables des régressions des populations.

➤ **action du climat sur les œufs**

Les œufs représentent un stade très sensible aux influences climatiques. Expérimentalement (Hurpin 1956 : In Balachowsky 1962) une température supérieure à 25°C est néfaste aux embryons, surtout si couramment la terre est sèche comme c'est le plus souvent le cas en été : Mais un sol très humide est également mortel ; dans les sols limoneux des hauts plateaux il n'y a pas d'éclosion. Au point de vue technique la température optimum se situe entre 15°C et 20°C.

➤ **action sur les larves**

Par suite de leurs descentes dans le sol en automne, l'hiver n'a guère d'influence sur les taux de mortalité des larves. Les gelées n'ont pas d'effet sur les densités en ver blanc. Par contre, le climat du printemps et de l'été, c'est à dire de la période d'activité larvaire, paraît avoir une grande influence sur les insectes. Une chaleur élevée provoque une mortalité considérable parmi les larves du premier stade, qui ne résistent pas à des températures supérieures à 25°C.

6.1.2. Influence de la nature du sol

Elle se manifeste de deux manières et à deux degrés différents :

➤ Certains sols se révèlent incompatibles avec un développement normal de l'insecte, c'est le cas pour les terres lourdes, trop riches en argile d'une part et les sols trop sablonneux d'autre part. Les vers blancs ne constituent un problème agricole que dans les champs très riches en humus qui repose sur un fond calcaire tendre et émiétté. Dans les terres argileuses il n'y a pratiquement pas de ver blanc, alors que dans les sols à prédominances sablonneuses de gros dégâts sont occasionnés par ces insectes. La composition physique du sol influe sur les relations qui existent entre le climat général et l'humidité de la terre or, celle-ci est un facteur important dans le développement des larves.

6.1.3. Influence de l'alimentation

Ce facteur agit de deux manières sur le développement des larves, quantitativement et qualitativement :

➤ **Action qualitative**

Quelques auteurs (Blunk, Ene, Theim), ont signalés que les vers blancs, qualifiés de

polyphages, manifestent des préférences indéniables. La nature du végétal à consommer influe sur la croissance des larves. Les différentes plantes n'ont pas la même valeur alimentaire (Hurpin 1958, In Balachowsky 1962).

➤ **Action quantitative**

Couturier et Robert ont attiré l'attention sur la mortalité considérable qui se produit lorsqu'un trop grand nombre de vers blancs vit sur la même surface de prairies ; ils l'ont constaté dans plusieurs régions. Pour ces auteurs la principale cause de la mortalité est la raréfaction de la nourriture : Ils ont en effet observés à Rouffach (Haut-Rhin) des tâches complètement dépouillées de toute végétation par les vers blancs. Dans ces tâches rares furent les insectes capables de résister à la crise de la métamorphose (Robert 1953, In Balachowsky 1962).

6.2. Les facteurs biotiques

Nous distinguons trois catégories :

➤ **Les prédateurs**

. Tant à l'état adulte que sous forme de vers blancs, les prédateurs sont nombreux, on peut citer les oiseaux qui en cherchant les larves augmentent les dégâts en déterrants les jeunes pousses ou on arrachant le jeune gazon des prairies. Parmi les mammifères on a les taupes dont le rôle reste mal précisé ; d'après Régnier, des populations importantes de campagnols et mulots et de hérisson, provoquent une régression très nette des vers.

➤ **Les parasites**

Hannetons et vers blancs sont parasités par des protozoaires, des nématodes et des Insectes entomophages. Les protozoaires sont fréquents dans le tube digestif des larves : Le flagellé polymastique mélolanta grassi ainsi que les Grégarines Stitospora Provincialis et Euspora Falok Schneider. Les micros conidies sont considérées comme des agents pathogènes.

Ces nématodes : plusieurs espèces ont été découvertes dans différents vers mais, leur taux de parasitisme est en général de 2 à 5 %. (Niklas, 1957 In Balachowsky 1962).

➤ **Les maladies**

En absence de virus, non décelés jusqu'à présent les deux principales catégories de maladies sont les mycoses et les bactérioses.

✓ **Les champignons**

Les deux plus fréquents sont des *Beauveria* : (*B. Densa*, *B. Effusa*, *B. Bassiana*), agent des

scarabeidae (Moulet 1891 In Balachowsky 1962) et *nyphomycetes* sont responsables de 75 % de la mortalité causé par des champignons. Les *spiralia* sont assez abondantes, *Aspergillus* et *Fusarium* sont les plus souvent des parasités secondaires.

✓ **Les bactéries**

La maladie laiteuse est une septicémie provoquée par une bactérie sporulante, qui rappelle toute le “ Milky Disease “ de *Popillia japonica newm. Pseudomanas septica Bergey*, germe non sporulé, atteint surtout les larves premiers stades et les imagos. Cette souche se reconnaît par la production d’un pigment vert qui rend l’insecte fluorescent sous la lampe de Wood, d’autres bactéries du type *Acénobacter* ou *Coccobacilles* ont été isolés des vers blancs (In Balachowsky 1962).

✓ **Les Rickettsies**

La maladie à Rickettsies se reconnaît à l’aspect perturbé du tissu adipeux ainsi qu’à un reflet bleuâtre sur l’ensemble du corps de l’animal. En résumé, d’une façon générale, les champignons et les bactéries sporulées se manifestent surtout sur les larves du troisième stade, alors que les bactéries coliformes s’attaquent principalement au jeune ver blanc (In Balachowsky 1962).

Conclusion

Les vers blancs représentent depuis la plus haute antiquité un des principaux ennemis de l’agriculture, ils provoquent donc des dégâts aux cultures en détruisant le système racinaire du couvert végétal, suivant la nature du sol infesté par les insectes et espèces considérées, leurs damages intéressent différentes cultures. L’importance des dégâts des vers blancs dépendent en grande partie aux conditions atmosphériques. Le seuil de tolérance des plantes vis-à-vis des larves varie selon la rigueur de la plante et par conséquent selon la nature et la fertilité du sol, la pluviométrie, ce seuil se situe autour de 3 à 4 larves au m² pour les plantes sarclées, de 15 à 20 pour les céréales et de 20 à 30 pour les prairies. L’attaque de ce ravageur débute à la levée des céréales, leur nuisibilité sur la culture se poursuit et s’intensifie au début de printemps. Les larves en dévorant les racines provoquant d’abord le flétrissement, puis le dessèchement total des plantes attaquées. En fin d’hiver et au printemps, les dégâts sont très apparents par la présence de grandes tâches nues au sein de la parcelle infestée (Anonyme 1986) (Figure5).

Cependant, les adultes ne sont nuisibles qu'occasionnellement à certains vergers d'arbres à noyaux: Cerises, pruniers et surtout mirabelliers dont ils dévorent les feuilles, ils s'en prennent aussi aux fleurs des pommiers. Toutefois des attaques ne sont pas assez intenses pour provoquer des dommages appréciables.

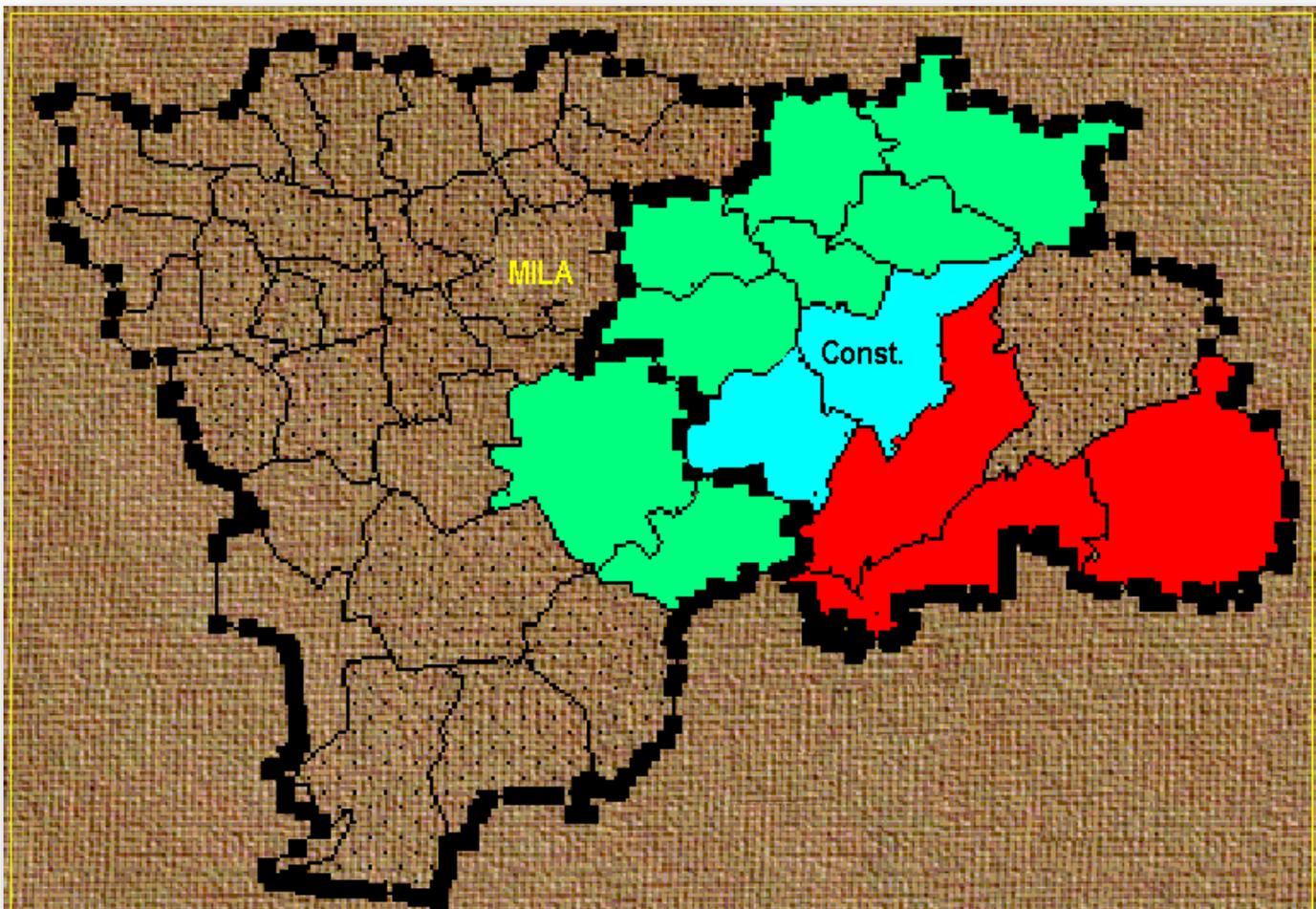
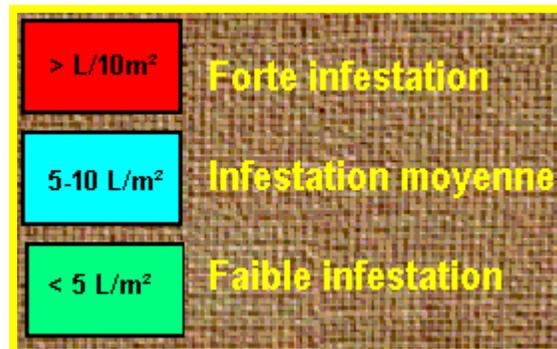


Figure1 : Répartition géographique des vers blancs dans la région de Constantine (INPV.2001)



Figure 2: Femelle de *Pseudoapterogyna*

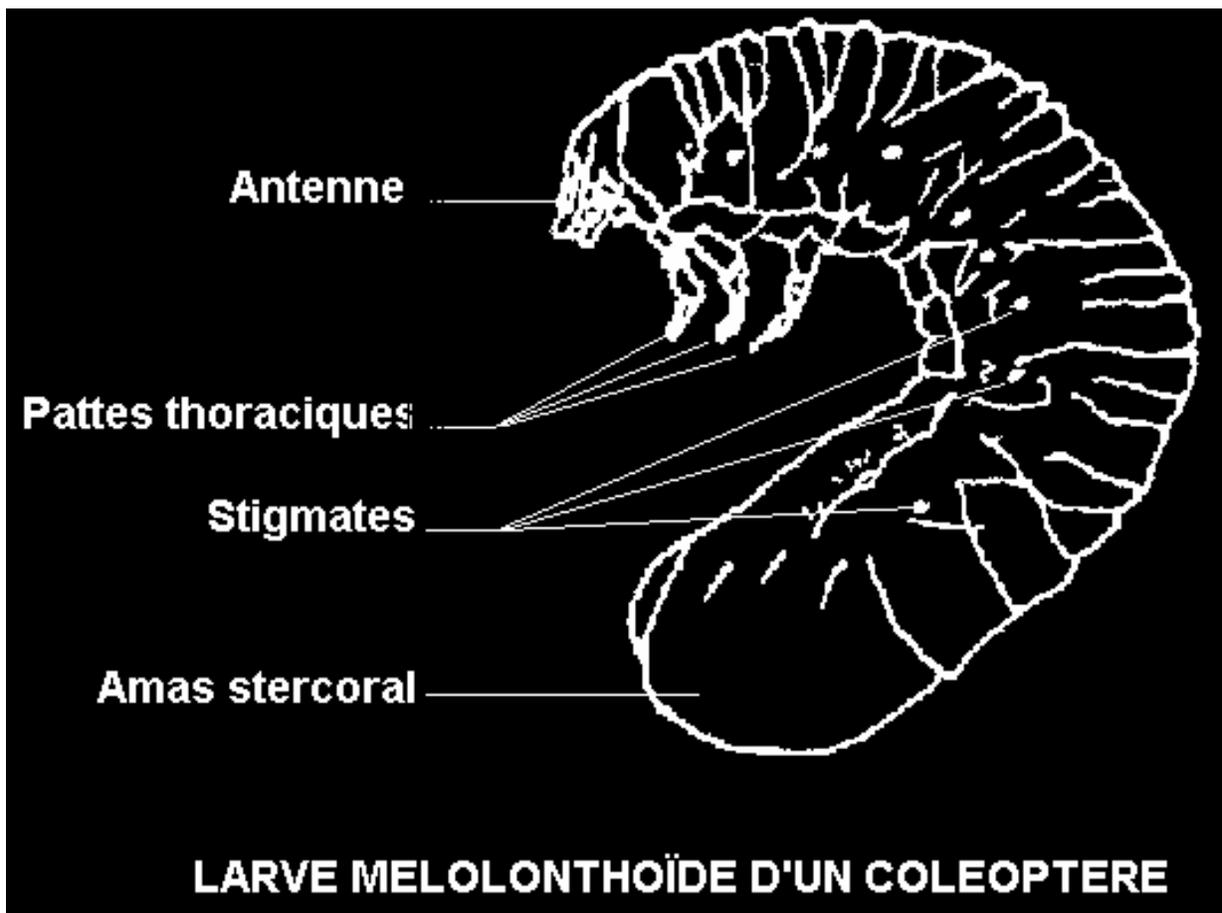


Figure 3 : Larve mélolonthoïde d'un *Coléoptère*



Figure 4 : Larve de *Rhizotrogini* au stade3.



Figure 5 : « Plage » : Dégâts des larves de *Rhizotrigini* dans la station (Chaab erras Constantine).

Chapitre II: La région d'étude

I. Présentation de la région d'étude

I.1. Situation géographique

La région de Constantine se trouve au nord-est de l'Algérie (latitude de $36^{\circ}17'$, longitude de $06^{\circ}37'$), à une altitude de 660 mètres. Elle s'étend sur 2287 km². Elle est délimitée par les wilayates de : Skikda au nord, Guelma à l'est, Oum El Bouaghi au sud et Mila à l'ouest.

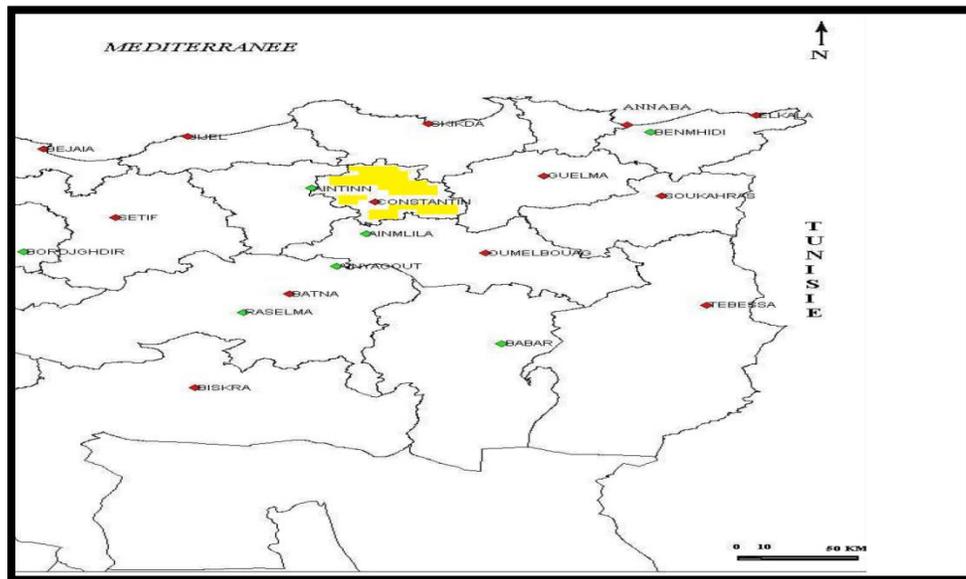


Figure 6 : Carte du Nord-Est algérien (Constantine en jaune), (Boussouf. R, 2008).

I.2. Les reliefs

De sa position géographique, la région de Constantine constitue une zone de transition entre le Nord et le Sud. Le Nord est caractérisé par un relief accidenté, et le Sud par une platitude de l'espace qui constitue les hautes plaines.

➤ Les zones montagneuses

Le Nord de la wilaya est constitué par un relief montagneux accidenté formé essentiellement par la chaîne numidique qui se prolonge au Nord-Est par le massif du Djebel El Ouahch chevauchant sur le territoire de plusieurs communes sur une superficie de 500 km². Sur le plan orographique, cette région est constituée de pseudo massifs de Chettaba au Sud-Ouest, Oum Settas au Sud-Est, Djebel Ouahch au Nord-Est et Djebel Driss au Nord-Ouest. L'altitude varie de 300 m dans la vallée du Rhumel à 1350 m à Djebel Ouahch. (Figure 6)

➤ Les dépressions intérieures

La frange intérieure de la wilaya est caractérisée par le prolongement du bassin intérieur de Mila aux environs de la commune de Messaoud Boudjeriou en continuité avec le bassin de Hamma Bouziane, la dépression de Didouche Mourad et de Béni Hamidène.

➤ Les vallées

Les vallées sont les couloirs naturels du contact avec le Tell et les hautes plaines des terres du Sud. Elles sont au nombre de quatre : la vallée supérieure du Rhumel à Ain Smara, Boumerzoug et El Khroub, la vallée inférieure du Rhumel : Ibn Ziad - Hamma Bouziane et la vallée du Oued Smendou qui converge avec la vallée inférieure du Rhumel dans la commune de Béni Hamidène.

I.3. Le climat général

La région de Constantine est soumise à la double influence d'un régime méditerranéen donnant un climat tempéré au Nord et à un degré moindre à un régime subtropical au Sud. L'éloignement de la mer (environ 100 km), la présence au Nord de reliefs élevés de la chaîne Numidique, formant barrière, provoquent un dessèchement progressif des masses d'air venant du Nord. La température est l'élément le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. Le climat de Constantine se caractérise par des hivers froids et des étés chauds. Les hivers

relativement frais mais humides dans les 3/4 de sa superficie sont situées au Nord, et la partie sud de la région trouvent à la limite entre le subhumide et le semi-aride car elles reçoivent l'air tropical qui s'échappe et remonte vers la méditerranée.

➤ Température

Dans la région de Constantine, les écarts de température sont enregistrés entre l'hiver et l'été.

Tableau 1 : Températures maximales mensuelles absolues (station de Ain Bey, 1971-2007) (Zekri. Dj et al, 2011).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Constantine	23.3	26.7	32.1	34.3	38.6	41.9	43.5	42.7	41.0	37.0	31.9	24.5

Tableau 2 : Variation mensuelle des températures maximales. Période (1978-2004)(Tir. K, 2009) de la région de Constantine :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Constantine	-5.5	-10.2	-2.6	-2.1	1	5.5	8.4	10.2	5	2.2	4.6	4.9

La température joue un rôle prépondérant sur la biologie du ver blanc. Elle module l'activité générale et la vitesse de développement larvaires et influe sur les taux de mortalité et la répartition.

Tableau 3 : Température moyenne mensuelle à 50 cm en-dessous du sol. (1981-1995). (Tir.K, 2009) de la région de Constantine :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Constantine	6.49	6.93	8.99	10.48	13.69	17.5	20.69	21.57	19.72	16.05	12.06	8.33

Le tableau 3 montre la variation de la température à 50 cm au-dessous du sol est très accentuée entre l'hiver et l'été. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois de janvier. Les maxima ont eu lieu en Août. Le réchauffement du sol au printemps conditionne les premières apparitions des hannetons. Les sorties de terre ont lieu fin avril début mai quand la température du sol a atteint 10° C à 25 cm (Anonyme, 2011c).

➤ Précipitations

Les précipitations incluent la pluie, la neige, la grêle. Facteur écologique fondamental dans les écosystèmes terrestres, la pluviométrie conditionne avec la température la structure et la productivité primaire de ces derniers (Ferhati. M, 2007). Pour la plupart des pays, elle est caractérisée par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, et leur durée.

Tableau 4 : Variabilité des précipitations de la région Constantine (1978-2004) (Tir.K, 2009) :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Ju	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
M	73.61	58.03	55.54	56.6	41.62	18.86	6.36	10.19	36.1	39.1	57.01	84.8	537.8
S	53.12	43.11	32.26	40.62	26.99	16.49	8.472	7.594	25.14	26.17	42.44	71.81	137.5
C.V	0.722	0.743	0.581	0.718	0.648	0.875	1.332	0.745	0.696	0.669	0.745	0.847	0.256

Tableau 5 : Régime saisonnier des précipitations à Constantine, (1978-2004) (Tir.K, 2009) :

Station	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Regime
constantine	216.42	153.76	35.40	132.22	HPAE

➤ Humidité relative de l'air

L'humidité relative moyenne est le rapport en % de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (Pa) à la pression de la vapeur saturante (Pr) (dans les mêmes conditions de mesure de T° lue au thermomètre sec) (Seltzer.P et al ; 1946). Sa variation dépend en partie de la température de l'air et des caractéristiques hygrométriques des masses d'air, elle agit sur la densité des populations des vers blancs en provoquant une augmentation des effectifs. HR: Humidité relative de l'air exprimée en %. La région de Constantine reçoit très peu de vents du Nord transportant les masses humides. Ce sont les vents d'Ouest qui drainent ces masses humides. L'humidité relative de l'air atteint en moyenne 70%, en hiver et 50% en été. (Figure 7)

➤ Le Vent

Le vent agit en activant l'évaporation pouvant induire ainsi une sécheresse. Les vents bénéfiques pour la région de Constantine sont ceux de l'ouest qui déplacent des masses d'air chargées d'humidité laquelle se transforme en précipitation surtout en Février et Mars. Les vents dominants du Nord (froid et sec) et secondairement du Sud sont observées particulièrement pendant les périodes estivales. Pour l'année 2004,2005, le vent moyen (V(m/s))varie de 1.4 à 2.9. Les moyennes de vitesse du vent pendant l'année 2004-2005 se trouvent dans le tableau 6.

Tableau 6 : Moyenne mensuel du vent pendant la période : 1984-2014 (**Benkenana. N, 2006**)

mois année	Jan	Fev	Mas	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sp	Oct	Nov	Dec
2004	2.6	2.5	2.3	2.9	2.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.4	2.0	2.3
2005	2.2	3.1	2.2	2.4	1.8	2.1	2.1	2.1	1.6	1.6	2.1	2.0

➤ L'Insolation

La lumière, facteur essentiel pour l'entretien du rythme biologique agit par son intensité, sa longueur d'onde, son degré de polarisation, sa direction et sa durée. L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille, en supposant un ciel dégagé de nuage.

Tableau 7 : Les moyennes annuelles de la durée d'insolation (LS) dans l'Est algérien.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Ju	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
LS	155.	174.	212.	238.	278.	311.	337.	306.	247.	212.	164.	150.
	30	80	80	23	80	28	61	19	90	33	42	47

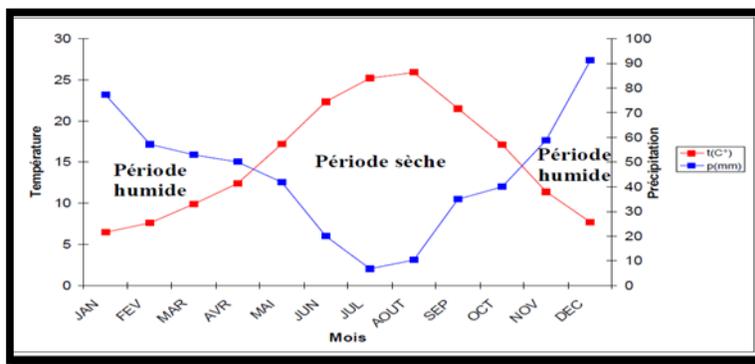


Figure 7 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (Benkenana, N, 2006).

2. La végétation

➤ Les forêts

La végétation de la région de Constantine se compose de forêts et maquis qui constituent **9%** de la superficie agricole totale de la région, la forêt occupe près de **8 %** de la superficie totale soit 17858 ha. La forêt domaniale Chettabah : située au sud de la région se compose de chêne vert, pin d'Alep (*Pinus halpensis*). Les forêts domaniales de Draâ-Nagah : s'étend sur 19 hectares et à 950 mètres d'altitude, dans un microclimat subhumide à frais. Les espèces dominantes sont : l'eucalyptus, les pins (*Pinus sp*), et les chênes (*Quercus sp*).

➤ Les récoltes de céréales dans la wilaya de Constantine

Les conditions climatiques font de la wilaya un territoire à vocation céréalière affirmée, la CRMA de cette région prend en charge surtout les assurances du type agricole et cela dans le but de protéger les agriculteurs contre les calamités atmosphériques qui peuvent surgir (Boulahia .L, 2008). Les céréales, sont la culture prédominante en matière d'occupation de la SAU (presque 50%) sur le territoire de la wilaya de Constantine. Parmi les céréales, la culture du blé tendre occupe à elle seule environ 60% de la surface, le reste de la surface est occupée par le blé dur et l'orge avec respectivement, (Boulahia .L, 2008).

Les exploitations céréalières dans la wilaya de Constantine représentent un nombre de 3962. Elles se répartissent selon les deux types de cultures de céréales: céréales en sec : avec un nombre de 3954 exploitations occupant une superficie de 65223Ha et céréales en irriguées: représentant un nombre de 8 exploitations sur 27 Ha.

3. Les sols dans la wilaya de Constantine

Selon toutes les études menées au niveau de la wilaya, il existe 5 catégories de sol dans la wilaya de Constantine, définies chacune par ses propres caractéristiques, ses aptitudes, sa répartition ainsi que son importance spatiale. Une nette dominance de la vocation agricole, représentée dans la catégorie des terres I, II et III et totalisant une superficie de 137643 Ha. Cette valeur se rapproche de l'étendue actuelle de la SAU (131 096 Ha). Les terrains agro-sylvo-pastoral existent sur une superficie non négligeable de 75 296 Ha.(**Boulahia.L, 2008**).

Chapitre III : La plante *Nerium oleander*

1. Généralité sur *Nerium oleander*

Le *Nerium oleander* est une plante connue depuis des siècles pour son utilisation en médecine ou comme bois de chauffage. C'est une plante très toxique pour tous les mammifères. A ce titre leur utilisation en phytothérapie est limitée à l'usage externe. *Nerium indicum* est largement utilisée en médecine traditionnelle chinoise, pour stimuler les muscles cardiaques, soulager les douleurs et comme insecticide (Eun Jeong. S., 2001; Shan Yu. M. et col., 2004).

Le Laurier rose a subi des variations de nom depuis le crétacé supérieur à nos jours. de nos jours il est connu par son nom *Nerium oleander* dans les régions méditerranéennes. D'après Quezel et Santa 1963, le nom vasculaire de *Nerium oleander* sont Defla, Tifla, la fleur rouge, Alili, Ellal, Anini, Ariri, Alidji, son nom vulgaire en français est laurier rose.

Le laurier rose ou *Nerium oleander* est un arbuste connu par ses risques de toxicité systémique en cas de prise par voie orale à cause de la présence d'hétérosides cardiotoniques dont le principal est l'oléandrine. Il a été utilisé rarement en thérapeutique; c'est un poison violent qui a occasionné de nombreux cas d'empoisonnement. C'est une plante très répandue dans le bassin méditerranéen. Elle est rencontrée dans les lieux humides, le long des rivières.

Cette plante appartient à la liste des substances chimiques capables de provoquer une brûlure cutanée lorsqu'elles sont absorbées par voie cutanée. La littérature illustre des cas d'utilisation locale des feuilles de cette plante contre la gale, les hémorroïdes et les furoncles. Une information élargie de la population, ainsi qu'une réglementation stricte de sa commercialisation sont nécessaires. Le laurier-rose est considéré comme l'une des plantes les plus dangereuses. « Qu'il s'agisse d'une feuille, d'un bout d'écorce ou d'une baie, aucune partie de cet arbre (qui peut être mortel) ne doit être ingérée ».

2. Systématique

D'après Paulien, 1871, le laurier rose peut être classé de la manière suivante :

<i>Embranchement:</i>	<i>Phanérogames</i>
<i>Sous embranchement</i>	<i>Angiospermes</i>
<i>Classe</i>	<i>Dicotylédones</i>
<i>Sous classe</i>	<i>Dicotylédones gamopétales</i>
<i>Ordre</i>	<i>Gentianales</i>
<i>Famille</i>	<i>Apocynacées</i>
<i>Genre</i>	<i>Nerium</i>
<i>Espèce</i>	<i>Nerium oleander</i>

3. Description de la plante

Ozenda (1974) et Gaston (1990) ont démontré que cette plante est une apocynacée, cette dernière est une famille de grande importance pharmacologique, du fait de sa richesse en acides indoliques, alcaloïdes et en hétérosides, beaucoup d'apocynacées sont utilisées empiriquement ou scientifiquement comme tonocardiaque, hypotenseur, sympatholytique, anti-leucémiques, anti-diarrhéique (Gaussien, 1982).

3.1. Description du Genre : *Nerium*

Arbuste à suc laiteux, feuilles longues à nombreuses nervures secondaires parallèles du bassin méditerranéen, (Marcel, 1975), il peut atteindre les 5 m de haut. Ses feuilles persistantes verticillées par 3 ou opposées, allongées et coriaces, arborent une couleur vert foncé, et font du laurier-rose une haie très élégante, les fleurs en entonnoir à 5 lobes larges étalés et anguleux, groupées en cymes terminales, peuvent être doubles ou simples d'une grande variété de coloris. Des fruits apparaissent par la suite.

3.2. Description de l'espèce : *Nerium oleander*

➤ **Caractères des feuilles :**

Elles persistent pendant l'hiver, elles sont coriaces, ovales, très allongées, sans poils, remarquables par les quarante à soixante-dix paires de nervures secondaires, fines, séréées, sensiblement parallèles, parfois fourchues qui partent de la forte nervure principale. Le limbe est entier d'un vert mat en dessus, plus pâle et ponctué en dessous, il porte un pétiole extrêmement court.

➤ **Caractères de la fleur**

L'inflorescence est une cyme multipare corymbiforme dont les ramifications ultimes sont des cymes bipares ou unipares. Le calice et la corolle : la fleur régulière à cinq sépales imbriqués et cinq pétales soudés en un tube qui s'étale en cinq lobes tordus dans le bouton, préfloraison tordue ou convolutive, à l'intérieur de la corolle se trouvent des appendices corollaires découpés en lamiers. L'androcée : l'androcée comprend cinq étamines insérées sur le tube de la corolle. Dans les antennes biloculaires, ce connectif se prolonge par une longue arête plumeuse.

Le pistil : il est formé d'un ovaire à deux loges libres dont les placentas portent de nombreux ovules, d'un style et un stigmate. Une couronne de glandes nectarifères entoure la base de l'ovaire. La formule florale est : 5s (sépales) + 5p (pétales) + 5e (étamine) + 2c (carpelles).

4. Biotope

Gaston (1990), a noté que cette plante pousse dans les régions méditerranéennes au Japon et dans plusieurs contrées de l'Asie, à l'état spontané poussant surtout sur les alluvions et en terrains rocailloux, on note aussi que cet arbuste est très commun dans toute l'Algérie (Y. Mahmoudi 1971). On le trouve aussi au Sahara et en Afrique tropicale, en Afrique du nord où il est assez commun dans les lits d'oueds et près des parois d'eau. Cette espèce ornementale pousse aussi dans les parties basses des alpes, car c'est une plante qui supporte la sécheresse et les variations de température.

5. Intérêt Médical

Malgré, le rôle négatif de laurier rose par ces feuilles nacrées sternutatoires, vomitives et purgatives et qui contiennent une substance qui irrite la peau et qu'il suffirait de 100 g de feuilles pour tuer un bœuf, le laurier rose d'un autre côté est utilisé comme remèdes, surtout dans la médecine populaire comme il est venu dans les indications de Cheref. Y (1979), que le laurier rose stimule l'activité des reins, c'est un hypertensif artériel, il est utilisé aussi dans les faiblesses cardiaques où il est préparé sous forme d'infusion de fleur ou de feuille. Il est conseillé aussi comme antiparasitaire de la peau, dans la cicatrisation des plaies et comme anti-inflammatoire.

6. Intérêt économique

Laurier rose est une plante qui peut servir pour différents usages, Gaston (1990), a noté que son bois fournit un charbon, qui est estimé pour la fabrication de la poudre de chasse, et que les abeilles visitent les fleurs lorsque les tubes des corolles ont été percés par les bourdons sauvages. Il existe plusieurs variétés horticoles (très décoratif, pour le jardin) à fleurs blanches, d'un rouge foncé couleur de chair, d'un rose intense, d'un jaune cuivré.

7. Etude chimique de la plante

7.1. Généralités sur les métabolismes secondaires

Une des particularités des végétaux est de former de nombreux composés dont le rôle au niveau de la plante est mal connu. Le fait que beaucoup de ces composés ne se rencontrent pas chez toutes les espèces, montrent qu'ils n'entrent pas dans le métabolisme général : ce sont des métabolites secondaires qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal (croissance, développement, reproduction).

Ces métabolites secondaires peuvent être classés en quatre grandes catégories :

- les composés aromatiques, les terpènes , les alcaloïdes et les hétérosides (Guinard, 1985)

7.2 .Substances actives

Les plantes médicinales diffèrent des autres plantes par leur teneur en substances responsables de l'effet médical et physiologique qui leur donne l'aspect phytothérapeutique . Ces substances, elles ont été divisées en deux grands groupes, selon leur rôle :

➤ **Les flavonoïdes**

Ce sont des hétérosides dont l'aglycone est une flavone, se présentent sous forme de pigments qui se trouvent souvent en forme d'osides et qui ont les propriétés physiologiques du type de la vitamine B. Ce sont aussi des substances généralement colorées, très répandues chez les végétaux supérieurs, on les trouve dissoutes dans les vacuoles ou comme constituant des chloroplastes.

Les flavonoïdes proviennent de l'addition de trois groupement en C₂ à de l'acide hydroxycinamique conduisant à deux noyaux benzéniques. On distingue un grand nombre de variétés de flavonoïdes, leurs différentes modalités de synthèse (hydroxylation des noyaux aromatiques, méthylation, degrés d'oxydation de la chaîne médiane) sont encore imparfaitement connues. Parmi les flavonoïdes qui présentent le plus d'intérêt on a les anthocyanes – proanthocyanidols et rétinolides.

Le rôle biologique et physiologique des flavonoïdes est mal connu en raison de leur structure poly phénolique :

➤ **L'oléandrine**

Hétéroside provenant des feuilles de Nerium oleander d'où le nom. De formule chimique (C₃₂ H₄₈ O₉) de poids moléculaire égale à 576.7. Ce sont de fins cristaux insolubles dans l'eau, l'alcool et le chloroforme.

D'après Hacène, 1972, les oléandrines sont des corps qui se cristallisent sous et leur hydrolyse acide produit un corps non glucidique "Oleandrose" c'est un cardiotonique à action diurétique.

➤ **Les glycosides**

D'après Fouzi (1979) le mot glycoside est la dérivée d'une relation spéciale entre matière organique produite des réactions métaboliques, et une partie ou plus des glucides simples.

Du point de vue chimique, les glycosides sont des composées organiques formés principalement d'une partie glycidique "glycone" et d'une partie non glycidique : " aglycone

‘ou‘ genine‘.

Les sucres des glycosides sont sous plusieurs formes :

Monoglycidique (ramanose) ou diglycidique ou poly-glycidique (gentibiose). D'une manière générale, on retrouve les glycosides dans les plantes supérieures, mais cependant, on a pu la séparer ou l'extraire des plantes inférieures. Comme la montré Hacène (1972).

Les glycosides représentent une partie très importante des substances actives dans les plantes médicinales, car la plus part ont une grande action thérapeutique, mais d'un autre côté, les glycosides bruts n'ont aucun effet thérapeutique, mais les produits de leurs décomposition par les acides ou par les enzymes spécifiques peuvent provoquer de tels effets.

Parmi les glycosides, on peut trouver :

- Les glycosides alcooliques dont le plus important est la salicine, qui se caractérise par son goût amer.
- Le glycoside phénolique le plus important est l'Arbutine.
- Le glycoside flavonique, le plus important et la rutine responsable de la couleur des plantes.

Chapitre IV: Les Bio-insecticides

1. Les insecticides

L'essor des insecticides chimiques a commencé après la deuxième guerre mondiale cependant, son usage intensif et répété a conduit à l'apparition de nombreux cas de résistance limitant son efficacité (Hemingway et al. 2002). De plus, leur forte capacité de bioaccumulation, leur rémanence dans l'environnement et toxicité chez les mammifères ont conduit à leur interdiction dans de nombreux pays (Hoffmann et al. 2008).

Par ailleurs l'apparition des insectes résistants aux insecticides commence à poser de graves problèmes. La capacité d'adaptation des insectes à leur environnement a abouti à l'apparition dans les années 1950s de phénomènes de résistance. Des gènes de résistance aux insecticides ont déjà été isolés, (Richard H. French 1993). (French-Constant et al. 2004) Tous ces éléments ont amené à reconsidérer les moyens de lutte contre les insectes afin d'assurer une efficacité dans le mode et le contrôle de cette lutte. A cet effet les moyens naturels ont commencé à être investigués.

2. Les Bioinsecticides

Les bio insecticides peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisée par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie. Sous ce vocable, les bio-pesticides comprennent les agents de contrôle des insectes comme les arthropodes entomophages, (les champignons pathogènes pour les lépidoptères ou coléoptères (ex. *Beauveria*), les baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (NPV) ou des granuloses (GV) chez les lépidoptères, les bactéries (*Bacillus*), et autres.

Les ennemis naturels regroupent les parasitoïdes et les prédateurs. Le terme «parasitoïde» fait référence à des entomophages intermédiaires entre les parasites (un exploiteur qui ne tue pas sa victime) et les prédateurs (un exploiteur qui tue sa victime) tandis que les «auxiliaires de lutte» font référence aux insectes parasitoïdes et aux arthropodes prédateurs. Plus de 15 000 espèces d'insectes sont parasitiques et la majorité d'entre elles sont pour d'autres insectes (Waage et

Greathead, 1986). Les parasitoïdes sont caractérisés par un adulte actif ayant de fortes capacités d'orientation et de repérages d'hôtes potentiels. Une vingtaine d'insectes parasitoïdes sont développés contre des ravageurs importants. Parmi ceux-ci, *Encarsia formosa*, contre l'aleurode des serres, est sans contredit la plus largement commercialisée avec les trichogrammes (Delorme et al., 1984 ; Hudon et Leroux, 1986 ; Hussey, 1985a). Les arthropodes prédateurs sont les plus fréquemment cités en lutte biologique (Caltagirone, 1981 ; DeBach, 1974).

. Les insecticides d'origine végétale et les molécules de synthèse biologique (phéromones, molécules allélochimiques), à noter que la majorité des entomologistes exclut systématiquement ces derniers.

3. L'utilisation de bios pesticides en agriculture

L'utilisation de biopesticides en agriculture comporte des avantages et des inconvénients. **3.1.**

Avantages

- Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques
- Moins toxique que les pesticides chimiques
- Diminuer les risques de développer de la résistance
- Favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre
- Plus grande spécificité d'action
- Améliorer la qualité de vie des travailleurs agricoles
- Ne prévoir aucun délai avant la récolte
- Offrir aux consommateurs des produits sains
- Avoir une meilleure presse auprès des consommateurs
- Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de pollution
- Maintenir la biodiversité des biotopes.

3.2. Inconvénients

Lutte souvent faite en prévention et moins efficace lorsque curative

- Effet moins drastique que les pesticides (plus d'applications)
- Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs
- Efficacité pas toujours constante d'une production à l'autre
- Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur
- Conditions d'entreposage des produits biologiques (demi-vie et température plus fraîche)

- Excellente connaissance dans la relation proie -prédateur.

1. Diversité des produits Bioinsecticides.

Les microorganismes pathogènes (virus, champignons, bactéries et protozoaires) et les ennemis naturels (parasitoïdes et prédateurs) sont des antagonistes naturels des insectes et des animaux. En 1986, Khachatourians reconnaissait environ 650 espèces de virus pathogènes d'insectes. Les infections virales sont généralement mortelles dans un délai assez court. Les plus connus sont les baculovirus et affectent principalement les lépidoptères et les hyménoptères phytophages (Granados and Federici, 1986; Miller et al., 1983).

Le principal désavantage des virus entomophages demeure la difficulté de les propager en masse à faible coût, compte tenu du caractère obligatoire de leur multiplication à partir de tissus intacts d'insectes (Cunningham, 1988). Les bactéries sont les micro-organismes les plus souvent associés aux insectes (Poinaret Thomas, 1985).

Une centaine d'espèces sont spécifiquement entomopathogènes mais seulement quelques types ont été considérés pour la production de biopesticides (Miller et al., 1983). Le bacille le plus connu est sans contredit le *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui accapare environ 90% du marché actuel des biopesticides (Anonyme, 2003). Deux souches sont largement exploitées sous forme de bioinsecticides : le *B.t.* contre les diptères (maringouins et mouches noires) et *kurstaki* (contre les chenilles de lépidoptères). Le caractère spécifique de la pathogénicité des biopesticides à base de *B.t.* confère à ceux-ci un certain.

Une trentaine de prédateurs polyphages sont actuellement exploités ou en développement. Parmi les plus importants mentionnons les acariens phytoséiides (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius fallacis*, *A. cucumeris*, *Hypoaspis* spp., etc...) (Bostonien et Colombe, 1986; Fournier et al., 1987; Gillespie, 1988; Hussey, 1985a).

Dans les productions terricoles, la lutte biologique contre les insectes et les acariens, de même que l'utilisation des bourdons ont fait diminuer considérablement l'utilisation des insecticides. Les résultats positifs générés par cette lutte biologique incitent les chercheurs à développer

davantage d'autres produits, principalement dans les productions ornementales et les espaces verts. Même si la lutte biologique contre les ravageurs est bien implantée pour les cultures légumières de serre, il en est autrement en ce qui concerne les plantes ornementales. La lutte biologique dans les productions ornementales est plus onéreuse (\$1.50 \$4.00/m²) parce que le niveau de tolérance des ravageurs est très faible (Lambert, 2002).

Des introductions répétitives à des taux élevés sont donc nécessaires. Par contre, tout n'est pas qu'un constat d'échec en productions ornementales. Dans les productions de fleurs annuelles et de paniers suspendus, la mouche noire, qui fait son apparition dès le semis, est très bien contrôlée par *Hypoaspis* spp. et avec le *Bt* var. *Steinernema* spp. Lorsque les populations deviennent importantes.

Du côté des potées fleuries, les insectes sont relativement bien contrôlés sauf en ce qui concerne la punaise terne et la cochenille farineuse des serres (*Pseudococcus longispinus*). Sur les vivaces, une lutte biologique est plus difficile à cause de la très grande diversité de plantes et de ravageurs (thrips, aleurodes, tétranyques, pucerons, mouches noires, cicadelles, etc.....) dans une même serre. Les acariens prédateurs (*Hypoaspis*, *Phytoseiulus*, *Amblyseius cucumeris*, *A. degenerans* et *A. fallacis*) travaillent généralement bien ainsi qu'*Encarsia* contre l'aleurode des serres.

L'introduction de plantes indicatrices (*Viola* pour les pucerons; *Salvia*, *Monarda*, *Eupatorium* pour les aleurodes; *Ajuga* et *Filipendula* pour les tétranyques) et de plantes réservoirs (ricin éthémérocalce pour la lutte contre le thrips) constituent de bons indicateurs visuels pour détecter les premiers foyers d'infestations dans les serres, ce qui favorise grandement la lutte aux ravageurs dans ces productions.

2. Les insecticides d'origine végétale

Les problèmes de contamination de l'environnement, de résistance des populations de ravageurs et des effets nocifs sur les organismes non visés ont contribué au renouveau d'intérêt pour les molécules présentes dans les végétaux et les agents de contrôle des insectes. Plus de 2000

espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge et Ahmed,1988). La nicotine servait à lutter contre les insectes piqueurs-suceurs des plantes vivrières.

La roténone s'est révélée un composé phytosanitaire du plus haut intérêt. Après une période d'accalmie autour de 1940, elle est redevenue populaire pour les adeptes de l'agriculture biologique. Elle est utilisée pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre (Weinzeirl, 1998). Les pyréthres servaient pour se débarrasser des poux (Ware, 1991). Ces produits pouvaient provoquer de nombreux effets sur les mammifères mais vu leur instabilité à la lumière, à l'air et à l'humidité, ces risques étaient considérablement amenuisés. À cause de ces aspects, les pyréthrinoïdes de synthèse ont fait leur apparition (Weinzeirl, 1998).

- **Les huiles essentielles** ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsions. Ils sont considérés comme atoxique pour les mammifères, lors d'un usage normal. Aujourd'hui, les huiles sont très utilisées aux États-Unis pour la protection des vergers dont certains insectes ravageurs (*Dysaphis plantaginea* et *Panonychus ulmi*) sont devenus résistants à diverses familles d'insecticides (Weinzeirl, 1998). La Seconde Guerre mondiale relégua en arrière plan les produits phytosanitaires d'origine végétale et les pesticides chimiques de synthèse firent leur apparition.

- **Les métabolites secondaires Terpènes**

Les plantes produisent des composés non nutritifs nommés composés secondaires ou allélochimiques. Ces composés secondaires se divisent en deux catégories principales à base de carbone : les terpénoïdes et les composés phénoliques (Mattson et Scriber 1987). Les alcaloïdes, terpénoïdes les flavonoïdes forment un large groupe de composés dont la grande majorité est toxique, phagoréulsive ou dissuasive pour l'oviposition. En ce sens ils sont considérés comme des composés de défense de la plante contre les arthropodes (Gershenzon et Croteau 1991), ces effets sont toxiques, attractifs et/ou phagostimulants selon l'espèce d'insecte concernée (Tabashnik et Slansky 1987).

Chapitre V : Les Flavonoïdes

1. Introduction

Les plantes ont longtemps été employées comme remèdes traditionnels sans savoir à quoi étaient dues leurs actions bénéfiques, mais également en utilisation sur les cultures. Actuellement il est connu que pour la majorité les effets sont attribués aux composés secondaires : les alcaloïdes, les terpènes et les composés polyphénoliques qui sont principalement représentés par les flavonoïdes.

Ainsi il a montré que les flavonoïdes sont en effet doués de multiples vertus thérapeutiques, pharmaceutiques, cosmétologiques et agroalimentaires. Expliquant de ce fait leur grande utilisation dans différents domaines.

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires des plantes dont on aurait caractérisé près de 6500 représentants différents (Harborne et al.; 2000).

Les flavonoïdes partagent une origine biosynthétique commune. Ce groupe de composés est en effet défini par une structure générale en C15, caractérisée par un enchaînement Ar-3-Ar. Les flavonoïdes comprennent les : flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanes, flavan-3-ols, flavylum, chalcones, auronés et les isoflavonoïdes (Bruneton, 2009). Ce sont aussi des phytoconstituants, généralement des pigments, responsables des teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et fruits. Ces composés sont des molécules aromatiques synthétisées par les végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire.

Les flavonoïdes participent à la défense des plantes contre les agressions environnementales, vis-à-vis de nombreux prédateurs; c'est pourquoi 80% des composés flavoniques sont essentiellement localisés dans les tissus épidermiques de la plante.

2. Intérêts et utilisations des flavonoïdes

L'effet antioxydant des flavonoïdes est largement utilisé actuellement dans les industries thérapeutiques et pharmaceutiques, surtout pour la préparation des

médicaments. En effet, les flavonoïdes protègent la composition hématologique, en permettant une bonne régénération érythrocytaire et une prévention contre la leucopénie et la thrombopénie observées en présence des radicaux libres (Lahouel et al. 2004). Les flavonoïdes ont une capacité à capturer et désactiver les radicaux libres (Mladinka et al, 2010).

2.1. Le rôle phytothérapeutique des flavonoides

2.1.1. Traitement du cancer

Parmi les flavonoïdes les plus actifs sur les cellules tumorales, on cite la quercétine et la catéchine qui sont très abondantes dans l'alimentation :

La quercétine prévient la cancérogenèse, surtout le cancer de la peau et du colon. La présence de 20% de quercétine dans l'alimentation chez les animaux diminue le cancer du colon et y prévient l'apparition des cryptes anormales.

Le mécanisme suggéré est que la quercétine joue le rôle d'un antagoniste des topoisomérases I et II produites par les cellules tumorales. La catéchine, quant à elle, est un inhibiteur de certaines réactions d'oxydation donnant un DNA anormal, elle inhibe surtout la formation du 8-OHDG (8-hydroxydesoxyguanosine), un marqueur des dommages oxydatifs du DNA. La catéchine est plus active que la vitamine E sur les radicaux libres. Elle est très abondante dans le thé sous forme d'épigallocate chingallate (EGCG).

2.1.2. Prévention contre les maladies cardiovasculaires

La consommation des flavonoïdes se traduit par une augmentation temporaire de la capacité antioxydante du plasma dans les heures qui suivent les repas. Au niveau des artères, ils préviennent l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) évitant ainsi l'athérosclérose. Les polyphénols d'une façon générale inhibent l'agrégation plaquettaire impliquée dans le phénomène de thrombose, qui induit l'occlusion des artères. Ainsi en prévenant l'athérosclérose et les risques de thrombose, ces composés limitent les risques d'infarctus du myocarde, (Chervanky et al. 2003, Khennouf2004).

2.1.3. Prévention contre les maladies hormono-dépendantes telle que l'ostéoporose

Ceci en modulant la réponse aux oestrogènes endogènes. Certains flavonoïdes et plus particulièrement les isoflavones du soja ont une affinité remarquable pour les récepteurs des oestrogènes et sont qualifiés pour cela de phyto-oestrogènes.

2.1.4. Action gastro protectrice

Les polyphénols, surtout les flavonoïdes comme la quercétine et la rutine, ainsi que les acides phénoliques comme l'acide caféique, l'acide gallique, l'acide eugallique réduisent la surface des lésions gastriques produites par l'endométhacine chez les rates. Ces composés ont aussi montré une capacité à inhiber la croissance de *Helicobacter pylori*. (Khennouf 2004).

2.1.5. Flavonoïdes en cosmétologie

Les flavonoïdes sont des colorants très importants dans le domaine cosmétique. Leur diversité de couleur (jaune, vert, bleu, rouge, rose....) permet la production d'une large gamme de produits. De plus, ces composés sont capables d'activer la biosynthèse du collagène et de jouer un rôle imminent dans la lutte contre l'altération de ses fibres, ralentissant de ce fait le vieillissement et permettant le maintien du tonus musculaire.

2.2. Activité antimicrobienne des flavonoïdes

2.2.1. Activité antibactérienne des flavonoïdes

L'activité antibactérienne est très connue pour les flavonoïdes. En effet, ils sont capables d'inhiber la croissance de différents types de bactéries ; *Staphylococcus aureus* (Babayi et al. 2004), *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Heliotropium sinuatum*, *Proteus mirabilis* (Modak et al. 2001, Okibo et al. 2005, Didrak et al. 1999).

Chaque composé agit spécifiquement sur un ou plusieurs germes. Ex : l'apigénine ne montre une faible activité que contre *S.aureus* et la galangine une activité seulement contre cette même espèce (Cushnie et al. 2003, Basile et al. 1999, Martini et al. 2004).

2.2.2. Activité antifongique des flavonoïdes

Comme la majorité des polyphénols, les flavonoïdes ont une activité antifongique très puissante. L'une des plus récentes études sur cette activité est celle de (Orturno et al. 2005), qui démontre l'activité des flavanones glycosides et des polyméthoxyflavones de *Cirtus parasidi* de *Cirtus sinensis* sur *Penicillium digitatum*. En effet, la naringinine, l'héspéridine, la nobilétine, la simensetine et la tangerétine extraites de ces deux espèces de *Cirtus* servent à protéger ces dernières contre les attaques de *P. digitatum*. (Batawita et al. 2002), (Guanoun et al. 2003) (Orturno et al. 2005).

2.2.3. Activité insecticide

Les plantes ont développé une large variété de mécanismes de défense contre l'attaque d'insectes, les flavonoïdes étant souvent impliqués dans cette défense. Parmi ceux-ci, les rotinoïdes, et en particulier la roténone ont largement été étudiés pour leur activité insecticide. Les rotinoïdes apparaissent comme de bons larvicides

2.3. Prévention contre les maladies

Les plantes contenant de la roténone *Derris* spp., *Lonchocarpus* spp., et *Tephrosiaspp.*, respectivement originaires du Sud-Est asiatique, de l'Amérique du Sud et de l'Afrique de l'Est ont longtemps été utilisées comme insecticides. Leurs usages pourraient dater de plus de 2 000 ans. Les racines de ces plantes sont mises à macérer dans l'eau, la suspension obtenue est ensuite pulvériser sur les cultures à traiter (Wiwattanapatapee et al. 2009).

Au Moyen Age, les européens importaient « l'herbe persane » d'Indonésie ou de Malaisie. Dès les années 1920, on en a fait une poudre insecticide (produite à raison de milliers de tonnes par an à partir de plantes cultivées), peu à peu abandonnée avec l'apparition des insecticides de synthèse (e.g., organochlorés et organophosphorés) pendant la seconde guerre mondiale.

La roténone a connu un renouveau comme insecticide biologique et a bénéficiée, en France, d'une autorisation de mise sur le marché pour le traitement d'un certain nombre de plantes. Les spécialités commerciales étaient des concentrés émulsionnables contenant 20 à 30 g/L de roténone en solution dans de l'huile de pin ou dans des hydrocarbures.

Dans certaines formulations, la roténone était associée à du pyrèthre et pouvait également entrée dans la composition d'insecticides ménagers. Le mode d'action de la roténone est bien

connu (Corbett et al., 1984). Elle agit au niveau de la respiration cellulaire mitochondriale. Elle se lie à la NADH-déshydrogénase en bloquant le complexe 1 de la chaîne respiratoire. Les symptômes de toxicité aiguë chez les insectes sont la paralysie des pièces buccales, le ralentissement des mouvements respiratoires, une instabilité dans la locomotion, la réduction de la consommation d'oxygène qui conduit à une mort lente de l'insecte (Rattan, 2010).

Il semble que des méthoxylations sur les cycles A et D augmentent l'inhibition de la NADH-déshydrogénase (Crombie et al., 1992). Pendant longtemps considérée comme inoffensive pour l'homme et plus généralement pour les mammifères, de nouvelles données ont remis en cause son innocuité. En effet, l'administration de roténone par injection chronique à de faibles doses répétées provoque chez les rats l'apparition de syndromes de type Parkinsonien (Betarbet et al., 2000). Cette activité est mise à profit pour obtenir une meilleure compréhension sur l'origine physiopathologique de la maladie de Parkinson (Cicchetti et al., 2009 ; Ravenstijn et al., 2008 ; Uversky, 2004).

À la différence de la plupart des substances neurotoxiques, la roténone possède une toxicité sélective pour les neurones aminergiques du système nerveux central qui synthétisent de la dopamine. La toxicité neurologique de la roténone présente deux composantes : une inhibition du complexe I (génération de ROS) et une inhibition de la formation des microtubules (accumulation de monomères de tubuline toxiques) (Drechsel et al., 2008 ; Ren et al., 2007). Néanmoins, l'inhibition de la chaîne respiratoire mitochondriale n'explique pas à elle seule la sélectivité de la roténone pour les neurones dopaminergiques. En effet, cette sélectivité peut être expliquée par l'effet toxique se traduisant par une dépolymérisation de la tubuline (Ren et al., 2007).

Depuis lors, une controverse existe sur l'utilisation de la roténone et cette substance est interdite suite à la réglementation en vigueur dictée par l'annexe 1 de la directive 91/414/CEE concernant l'utilisation des produits phytosanitaires dans l'Union Européenne. La décision de la Commission européenne n°2008/317/CE du 10 avril 2008 a demandé à tous les États membres i) de retirer les AMM des produits contenant de la roténone pour le 10 octobre 2008 et ii) d'interdire leurs utilisations pour le 10 octobre 2009.

Partie Expérimentale

Matériels et Méthodes

III : Matériels et Méthodes

III.1. Matériels

1.1. Les larves

Les larves utilisées sont du deuxième stade. Elles ont été ramenées du champ de céréales du lieu dit chaab errsas. (Ce sont des laves de vers blanc à différents stades.

1.2. Les cages

Elles ont été conçues spécialement pour étudier les mouvements des larves en profondeur. (Figure 8). Elles ont 45cm de long; 15cm de large et 30cm de profondeur. Elles sont ouvrables sur les deux cotés (gauche et droit).

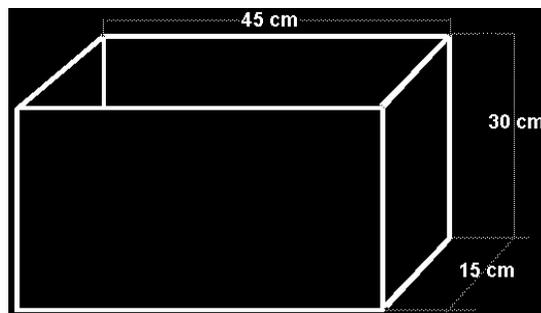


Figure 8 : Modèle et dimensions des cages utilisées

1.3. La plante

L'étude a porté sur une plante appartenant à la famille des Apocynacées et 1 espèce *Nerium oleander*. C'est une variété qui pousse au bord des Oueds .C'est un arbuste de 2 à 3 mètres de haut. C'est une plante connue pour sa toxicité pour tous les animaux. Elle a un goût amer.

III.2. Méthodes

2.1. Etude bioécologique

2.1.1. Choix des stations d'étude

Le travail est réalisé dans la région de Constantine ayant pour coordonnées 36° 36' de latitude Nord et 6° 62' de longitude Est. Elle se trouve à 660 m d'altitude. Deux stations ont été choisies pour réaliser les profils. La première se situe au 4ème kilomètre (Jardin de la station de la protection des végétaux) et la deuxième est située à Ain Smara. (Parcelle de céréales). Les stations d'études ont été choisies en fonction de la nature des cultures qui se trouvent dans la région (cultures de céréales ou maraichères). Les manques visibles sur les champs de culture « Plages » indiquent bien la présence de larves de *Rhizotrogues*.

L'étude a été menée sur les cycles de trois années (2004-2006 ; 2007-2009 ; 2011-2013). Les individus partagés dans les 7 stations d'études suivant : Ben-Madani (**BM**), Khroub (**Kh**); Sahnoun Walid (**S**) ; El-Harrach (**H**) ; Ain Smara (**A.S**) ; Baaraouia (**Ba**); Kadri Brahim (**K**) et Oued Athmenia (**WA**).

2.1.2. Observation et étude systématique

Des profils de 20 à 30cm de profondeur et 15 cm de large sont creusés pour trouver les larves de *Rhizotrogues* à différents stades (L1, L2 et L3). Puis on les mets dans des flacons d'alcool à 60% de concentration pour la conservation. Nous avons mentionné la date et le lieu de récolte pour chaque sortie dans les deux stations d'étude. Le présent travail est réalisé durant le mois de mars, avril et mai 2011 avec une fréquence de trois sorties par mois. Les larves de différents stades ont été ramenées au laboratoire de Biosystématique et écologie des Arthropodes de l'université Mentouri Constantine pour mener cette étude systématique. Pour la détermination des adultes, nous avons utilisé plusieurs clefs de déterminations (7, 8, 9, 10, 11, 12,13). Quelques spécimens sont photographiés au laboratoire avec un appareil photo.posé sur l'objectif de la loupe binoculaire (ZEISS).

2.2. Etude phytochimique

2.2.1. Protocole d'extraction

Le matériel végétal est récolté, pesé, puis découpé en petits morceaux. Par une macération dans un mélange de éthanol ou méthanol/eau (v/v50/50) avec un renouvellement du solvant toutes les 24heures.. A l'aide d'un rotavapor les extraits sont évaporés à (5-10ml) puis laissés reposer une nuit pour éliminer les boues et toutes les impuretés. Les extraits sont affrontés par l'éther de pétrole pendant une demi heure jusqu' à l'obtention d'une phase limpide. On récupère les extraits dans des tubes à essais propres.

1. Affrontement par les solvants

Cette étape permet de séparer les composés phénoliques selon leurs structures, degré de polymérisation, en les affrontant avec plusieurs solvants allant du moins polaire au plus polaire.

2. Affrontement par l'éther de pétrole

Permet d'extraire les impuretés (composés non phénoliques). Surtout les lipides.

3. Affrontement avec l'éther diéthylique

Pour les extraits éthanoliques, cette étape permet d'isoler les composés phénoliques simples tels que les acides phénols et les flavones lipophiles.

4. Affrontement avec l'acétate d'éthyle.

Entraîne les aglycones, les mono-O-alycosides et partiellement les de-O-glycosides présents dans les extraits éthanoliques.

5. Affrontement avec le méthyle éthylcétone(MEC)

Cette étape n'est pas seulement pour les extraits acétoniques, permettant ainsi d'entraîner les tanins trimériques, oligomériques et une partie des polymériques. Les affrontements se font dans des ampoules à décanter.

2.2.2. Séparation et purification

Ce sont deux étapes essentielles pour arriver à l'identification des composés phénoliques.

➤ Séparation

La séparation des composés phénoliques est réalisée par des méthodes chromatographiques. Chromatographie sur couches minces (CCM) . Cette méthode nous permet d'avoir une idée sur le contenu en polyphénols de l'échantillon. Chromatographie préparative sur couche minces. Cette méthode consiste à déposer le produit le long de la plaque à l'aide d'un capillaire.

➤ Purification

La purification et la séparation sont complémentaires.. La purification consiste à éliminer les composés, tels que les impuretés des solvants et les particules de DC6 de la séparation.

2.2.3. La Chromatographie sur couches minces (CCM)

C'est une méthode facile à mettre en œuvre. Elle nécessite peu de matériel et permet de fournir beaucoup de résultats (Delemeyda ; 2001) elle donne des résultats qualitatifs et quantitatifs.

➤ Principe de la CCM

La séparation des constituants se fait dans une cuve en verre et se fait en deux phases. L'une mobile (mélanges de solvants) L'autre stationnaire. (l'échantillon doit se retrouver dans un solvant volatil: le méthanol).

➤ Mode opératoire pour la phase stationnaire

Pour cette phase on utilise un gel de polyamide(DC6). Le gel est préparé en mélangeant 50g de poudre de polyamide dans 50ml d'éthanol. Après le dégraissage des plaques avec de l'éthanol ou le méthanol, l'étalement du gel. Cette phase est prête pour l'utilisation.

3. Choix de la phase mobile (système de solvants approprié) :

On essaie plusieurs systèmes de solvants et on choisi ceux qui donnent les meilleures séparations (migrations).

4. Systèmes essayés:

- ✓ 4/3/3: toluène /Butanone "MEC"/Méthanol.
- ✓ 4/3/3/5: Toluène/Butanone"MEC"/Méthanol/Ether de pétrole.
- ✓ 4/3/3/1:Toluène/Butanone"MEC"/Méthanol/Ether de pétrole.

• Système choisi:

- ✓ 4/3/3/5: Toluène/Butanone « MEC » Méthanol/Ether de pétrole.

➤ Le dépôt

Le dépôt se fait linéairement de façon ponctuelle avec un capillaire (un capillaire pour chaque phase). On fait plusieurs dépôts du même échantillon au même endroit pour obtenir les produits séparés en grande quantité

➤ Développement des plaques

Le développement consiste à faire migrer le solvant sur la laque. La plaque est placée la cuve à CCM, en position verticale. Le bord de la plaque est trempé dans le solvant approprié. Pendant la phase de migration la cuve doit demeurer fermée et ne pas être déplacée. Les différents constituants de l'échantillon déposé migrent avec des vitesses différentes par capillarité. Dans le cas idéal, on obtient autant de taches que les constituants sur le trajet de migration du solvant.

➤ Révélation

La visualisation se fait à l'œil nu ou avec une lampe UV.

Les spots flavoniques représentent les constituants du dépôt séparés qui sont caractérisés par leur fluorescence (couleur) sous UV et leur facteur de rétention (Rf).

➤ **Fluorescence sous lumière UV**

La fluorescence des composés apporte un certain nombre d'informations accessibles immédiatement à l'examen des chromatogrammes en lumière de Wood (UV). Il existe une relation entre la fluorescence du composé, sa nature et son mode de substitution.

➤ **Facteur de rétention (Rf)**

La valeur du Rf d'un composé est définie comme suit:

$Rf = \frac{\text{Distance entre l'origine (le dépôt) et la tache du produit (B)}}{\text{Distance entre l'origine (le dépôt) et le front du solvant (A)}}$
--

Les relations existences entre le Rf et la structure des molécules apportent aussi des renseignements sur la structure des composés phénoliques.

2.2.4. Chromatographie sur couches minces préparative

Elle permet de séparer une grande quantité de composés phénoliques afin de réaliser des études spectrales. Elle se fait sur des plaques de CCM 20*20cm ; le dépôt se fait le long des plaques .La migration est réalisée avec les mêmes solvants que pour la CCM analytique.

Les composés séparés se présentent sous forme de bandes continues et parallèles allant d'une extrémité à l'autre de la plaque.

Quant les taches sont localisées sur la plaque on réalise un grattage et on dissout dans le méthanol afin de séparer les taches du gel.

2.2.5. Filtration

La filtration des solutions méhanoliques des parties du gel gratté permet de séparer les composés phénoliques .Les solutions méthanoliques obtenues sont prêtes pour les séries spectrales. (Identification spectrales).

2.2.6. Spectrométrie UV -visible

La spectrométrie UV -visible reste la technique essentielle pour l'identification des flavonoides. L'ultraviolet (UV) utilisable en analyse s'étend de 190 à 400nm et le visible (Vis) de 400 à 800nm environ (Delmeyda 2000).

✓ Séries spectrales des flavonoides:

Pour faire la série spectrale on utilise un spectrophotomètre à UV visible. La corrélation des données spectrales avec les règles de la spectrométrie UV visible décrite par Jurd (1962), Mabry (1970), (Harbone 1975), et Viorin (1983) apporte des indications sur la structure des flavonoides et cela en se basant sur des déplacements des bandes dans de différents réactifs par rapport aux bandes du spectre méthanolique selon les différents réactifs sur le noyau flavonoïque.

✓ Absorption en milieu méthanolique neutre:

Les composés flavoniques présentent en milieu méthanolique neutre deux bandes intenses

- -Bande I: située entre 300-385nm
- -Bande II: située entre 250-280nm.

Selon Jurd et Horowitz (1962) ces deux bandes sont attribuables au fait que les flavones et les flavonols présentent des formes limites du type cinnamoyl ou benzoyl, la bande I correspond à l'absorption de la structure cinnamoyl qui fait intervenir la conjugaison du noyau B avec le carbonyle de l'hétérocycle. La bande II correspond à la structure benzoyl qui fait intervenir la conjugaison de noyau A avec le carbonyle. En règle générale la position de la bande I permet de distinguer la structure flavonol de la structure flavone et la bande II permet dans certaines mesures de connaître le nombre de substituant du noyau B.

2.2.7. Le dosage des protéines et de L'ACHE:

Le dosage des protéines est déterminé selon la méthode de Bradford M (1976). L'activité d'Acétylcholinestérase (AChE) est déterminée par la méthode colorimétrique décrite par Ellman.G.L(1961).

Résultats et Discussion

I. Etude Bioécologique

I. Etude Bioécologique

1. Inventaire des différents stades larvaires dans les 7 stations d'étude :

Les sorties sur terrain ont permis de déterminer sur l'espèce *Coleoptera Scrabeidae* les paramètres morphométriques et biologiques afin de réaliser son identification. L'étude a été menée sur les cycles de trois années (2004-2006 ; 2007-2009 ; 2011-2013).

Les individus partagés dans les 7 stations d'études sont présentés dans le Tableau 8 suivant :

Tableau 8 : Densité larvaire par station d'étude.

Station	BM	S	Kh	H	A.S	Ba	K	W.A
Nombre de larve	4	7	2	7	5	4	4	2

symboles utiles: Ben-Madani (**BM**), Khroub (**Kh**); Sahnoun Walid (**S**) ; El-Haria (**H**) ; Ain Smara (**A.S**) ; Baaraouia (**Ba**); Kadri Brahim (**K**) et Oued Athmenia (**WA**).

Selon les résultats présentés dans le tableau 9, les stades larvaires ne sont pas toujours présents dans l'endroit de récolte, mais cela n'indique pas que le stade absent est toujours absent dans la station (35 spécimens ne sont totalement pas suffisants pour déduire l'existence d'un stade ou d'un autre).

Tableau 9 : Stade larvaire par station d'étude.

station	BM	S	Kh	H	A.S	Ba	K	W.A
stade								
L ₁	1	0	0	4	1	4	4	0
L ₂	0	2	1	3	2	0	0	0
L ₃	3	5	1	0	2	0	0	2

Stade larvaire : L₁ ; L₂ ; L₃

2. Les paramètres morphométriques

Les paramètres morphométriques de chaque larve sont présentés dans le tableau 10, ils sont en millimètre (mm) (L, Last, Mb) ou sans unité (R_{th}, R_{cl}, R_{Te}). Les symboles dans le tableau suivant sont : **L_v** : larve, **Stt** : la station de la récolte du larve, **Stade** : le stade larvaire ; **P** : le poids de la larve en gramme ; **L** : la longueur totale de la larve ; **R_{th}** : le **rapport** entre la largeur et la longueur du thorax ; **R_{Te}** : le **rapport** entre la largeur et la longueur de la tête ; **Last** : la longueur du dernier segment abdominal ; **R_{cl}** : le **rapport** entre la largeur et la longueur de l'ensemble Clypeus + labrum ; **Mb** : la longueur de la mandibule ; **N_s** : le nombre des soies constituant le palidium du raster.

3. Valeur maximale, moyenne, et minimale de chaque paramètre morphométrique

La valeur maximale, moyenne, et minimale de chaque paramètre morphométrique est très importante pour distinguer entre les stades larvaires et pour déterminer l'intervalle de variation de chaque stade. Elle est calculée et représentée dans le tableau 11. La valeur minimale de chaque paramètre est assez petite devant la valeur maximale, ce dernier est très important devant la valeur moyenne, cette constatation indique que la larve consomme une quantité importante de racines pendant une longue période pour arriver à la taille de maturation.

On a constaté une forte corrélation entre la valeur maximale, moyenne et minimale des : mandibules, thorax, l'ensemble (Clypeus + LABRUM) et la tête. Cela nous a donné une idée sur la larve stade L₂ qui possède des valeurs intermédiaire entre L₁ et L₃, ainsi nous permet de déduire que la larve L₁ pour arriver au stade L₃ consomme une quantité importante de racines, ainsi la larve est en maximum activité en stade L₂, durant lequel elle commence à augmenter en taille, cette développement poursuivre en stade L₃ pour se préparer en nymphose.

Tableau 10: Mensurations (mm) et poids (g) d'échantillons frais des larves des *Rhizotrogini*

N° larves			Paramètres morphométriques*							
Lv	Stt	Stade	P	L	R _{th}	R _{Te}	Last	R _{cl}	Mb	N _s
1	BM	L ₃	2,38	40	0,6	0,66	10	0,75	4	102
2	BM	L ₃	2,12	45	0,54	0,50	9	1,00	4	85
3	BM	L ₃	2,18	40	0,46	0,50	7	0,75	5	84
4	BM	L ₁	0,36	21	0,66	0,50	5	1,00	2	75
5	S	L ₂	1,10	40	0,5	0,50	9	1,00	4	90
6	S	L ₃	2,20	30	0,62	0,50	8	0,75	4	132
7	S	L ₂	1,10	30	0,50	0,50	6	1,00	3	63
8	S	L ₃	1,86	40	0,50	0,50	9	1,00	4	126
9	S	L ₃	2,68	44	0,62	0,38	10	1,00	4	85
10	S	L ₃	2,54	45	0,62	0,50	10	1,00	4	107
11	S	L ₃	2,01	42	0,58	0,50	9	1,00	4	73
12	Kh	L ₃	1,67	41	0,54	0,50	7	1,00	5	58
13	Kh	L ₂	0,55	28	0,37	0,40	6	1,00	2	94
14	A.S	L ₂	1,16	30	0,55	0,50	6	0,66	3	93
15	A.S	L ₃	1,50	38	0,58	0,50	8	1,00	4	90
16	A.S	L ₂	0,74	31	0,55	0,50	6	1,00	3	75
17	A.S	L ₁	0,36	23	0,66	0,66	5	1,00	2	43
18	A.S	L ₃	1,85	40	0,42	0,66	9	1,00	4	73
19	H	L ₁	0,11	14	0,75	0,66	3	0,50	2	39
20	H	L ₁	0,42	23	0,71	0,60	5	1,00	2	45
21	H	L ₂	0,99	32	0,55	0,66	6	0,75	4	72
22	H	L ₁	0,16	16	0,50	0,66	4	1,00	2	38
23	H	L ₂	1,05	34	0,60	0,50	6	1,00	3	71
24	H	L ₁	0,12	17	0,60	0,66	5	0,50	2	55
25	H	L ₂	1,16	33	0,55	0,43	8	1,00	4	73
26	Ba	L ₁	0,53	23	0,57	0,50	5	1,00	2	59
27	Ba	L ₁	0,33	19	0,50	0,50	5	1,00	2	64
28	Ba	L ₁	0,49	22	0,50	1,00	4	1,00	2	57
29	Ba	L ₁	0,46	22	0,57	0,50	6	1,00	2	56
30	K	L ₁	0,10	19	0,50	0,50	5	1,00	2	74
31	K	L ₁	0,49	14	0,75	0,66	4	1,00	1	92
32	K	L ₁	0,53	23	0,55	0,60	5	0,75	2	49
33	K	L ₁	0,30	17	0,57	0,66	4	0,66	1	28
34	W.A	L ₃	1,22	44	0,58	0,66	6	1,00	4	85
35	W.A	L ₃	1,26	33	0,42	0,71	6	1,00	4	83

*/Lv : larve, Stt Station de la récolte du larve, Stade : Stade larvaire ; P : le poids de la larve (gr) ; L : longueur totale de la larve ; R_{th} : Rapport entre la largeur et la longueur du Thorax ; R_{Te} : Rapport entre la largeur et la longueur de la tête ; Last : Longueur du dernier segment abdominal ; R_{cl} : Rapport entre la largeur et la longueur de l'ensemble Clypeus + labrum ; Mb : Longueur de la mandibule; N_s: Nombre des soies constituant le palidium du raster.

Tableau 11 : la valeur maximale, moyenne et minimale des paramètres morphométriques

	P	L	R _{th}	R _{Te}	Last	R _{cl}	Mb	N _s
Min	0,1	14	0,37	0,38	3	0,5	1	28
Moy	1.10	30.10	0,56	0.56	6.46	0.93	3.03	74
Max	2,68	45	0,75	1	10	1	5	132
V(x)	0.62	100.20	7.16	0.01	3.90	0.02	1.26	554.11
Ecart-type	0,79	10,01	0,09	0,12	1,98	0,15	1,12	23,53

3. La Relation entre les différents paramètres morphométriques

L'ordre des paramètres et des stations dans les tableaux 9 et 10 respectés dans les figures (9-1 à 9-8), il est très utilisé dans la compréhension des figures et des constatations.

Les symboles des paramètres morphométriques sont bien définis dans tableau 11. Les numéros sur l'axe des X représentent l'ordre de la larve et dans les tableaux 9 et 10 correspondante à chaque stade larvaire.

La corrélation entre **Last** et **Mb** est relativement forte pour la plus part des larves de différentes stations, elle est faible pour d'autres, ainsi la corrélation entre **L** et **Last** n'est pas toujours réalisée quelque soit le stade larvaire. La corrélation entre **L** et **Mb** est valide au **L₁**, **L₂** et **L₃**, mais elle n'est réalisée que pour très peu de larves dont la longueur de la mandibule **Mb** est presque constante en stade **L₃**, un peu variable au stade **L₂** et très peu variable au **L₁**, par contre la longueur **L** est très variable au **L₁**, **L₂** et **L₃** (**Fig.9-1,9-2 et 9-3**).

Aussi, la corrélation entre les deux paramètres **R_{cl}** et **Last** en stade **L₁**, **L₂** et **L₃** est réalisée pour certaines larves des différentes stations et non réalisée pour d'autres (**Fig. 9-4, 9-5 et 9-6**). La corrélation entre **Last** et **L** est forte en **L₁** et **L₃**, elle est relativement faible en **L₂**.

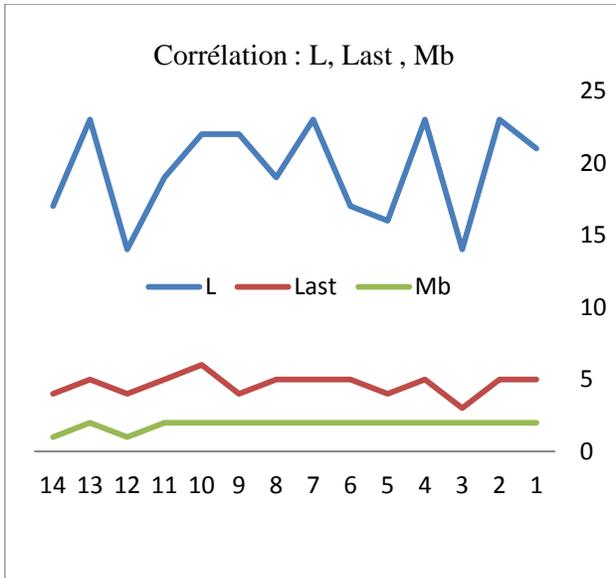


Fig.9-1 : Last et Mb Stade L₁

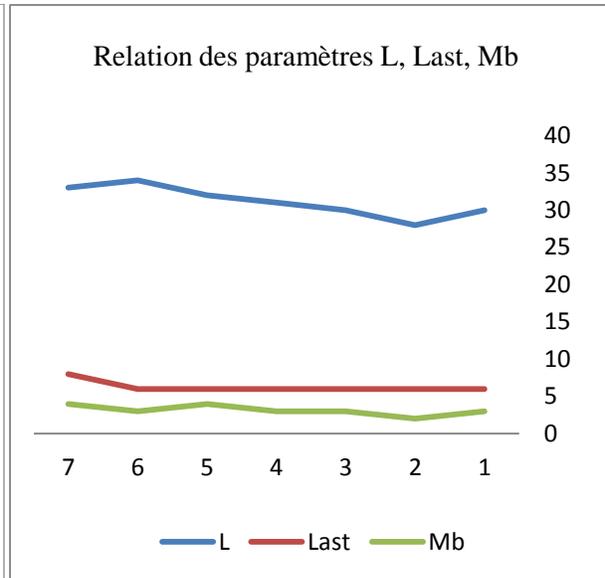


Fig.9-2 : Last et Mb Stade L₂

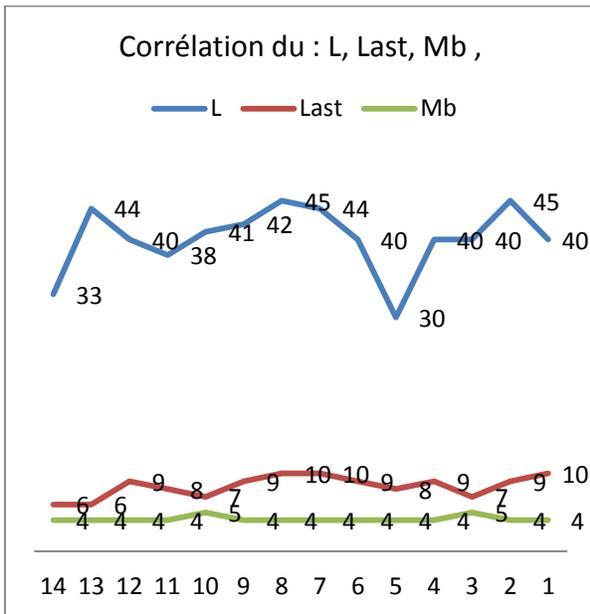


Fig.9- 3 : Last et Mb Stade L₃

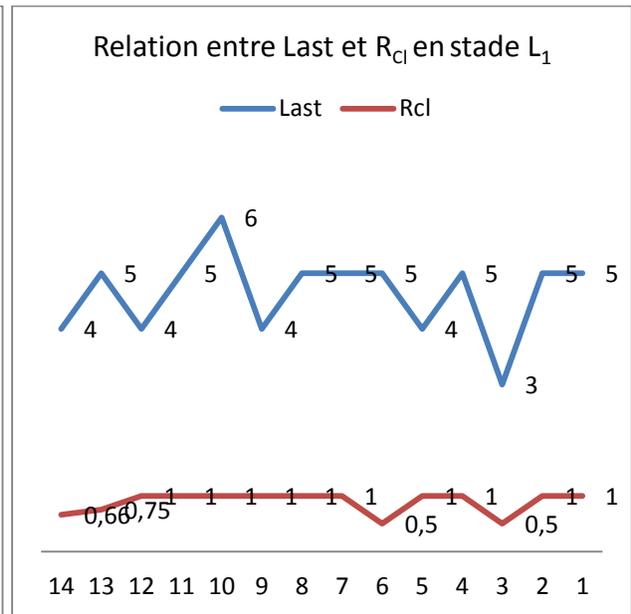


Fig.9- 4 : Last et Mb Stade L₁

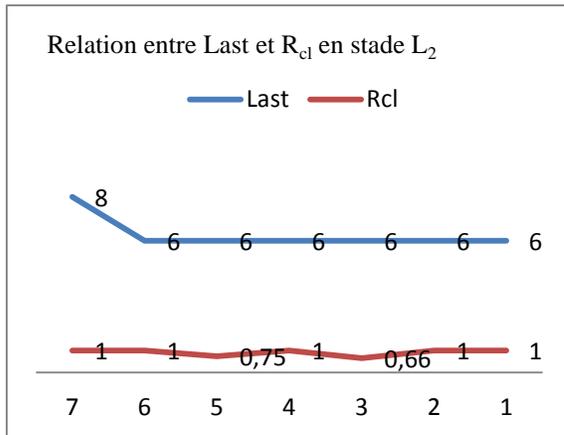


Fig.9-5 : R_{cl} et Last en stade L_2

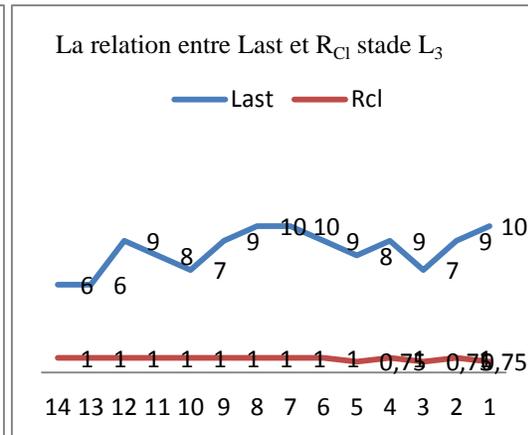


Fig.9-6 : R_{cl} et Last en stade L_3

Pour les Variations aléatoires du R_{th} , R_{te} , R_{cl} , nous n'avons trouvé aucune corrélation entre ces paramètres morphométriques dans les **différentes** stations en stade larvaire L_1 , L_2 et L_3 . Des intersections des courbes de R_{th} et R_{Te} (**Fig.7**), la larve **27** au stade L_1 (tableau 3), possède le même rapport entre la largeur et la longueur du thorax et la tête. La même remarque pour la larve **11** et la larve **30** sur le tableau 3 stade L_1 , ces deux larves sont de la même station Kadri (K), elles peuvent être de la même espèce, ainsi la même constatation pour d'autres larves (**Fig.9-7**, **9-8** et **9-9**).

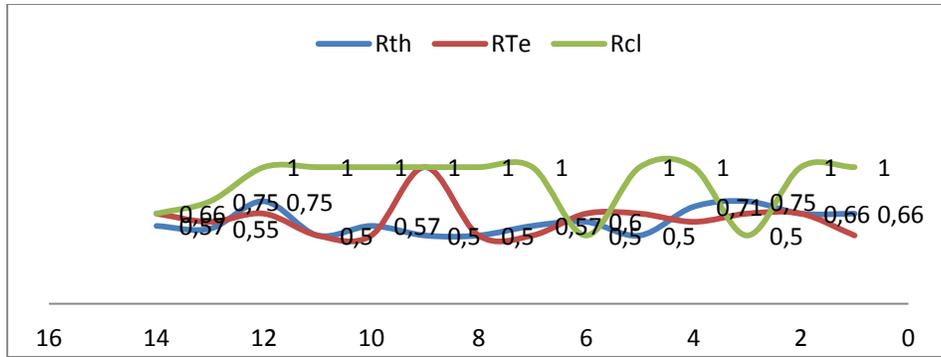


Fig.9-7 : Relation entre les paramètres R_{th} , R_{te} , R_{cl} au stade L_1

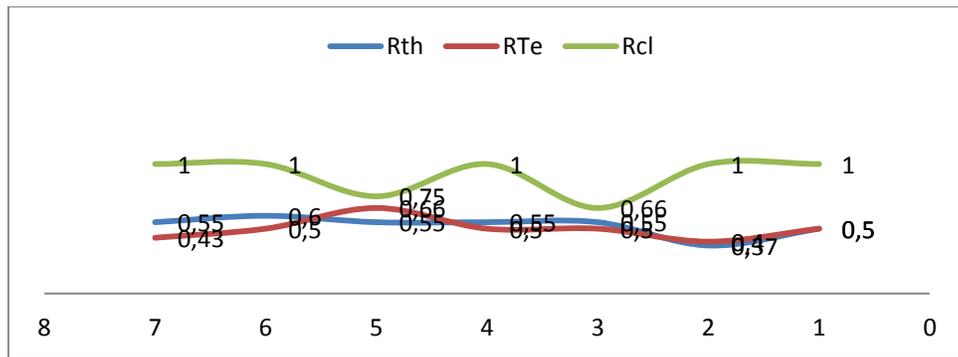


Fig.9-8 : Relation entre les paramètres R_{th} , R_{te} , R_{cl} au stade L_2

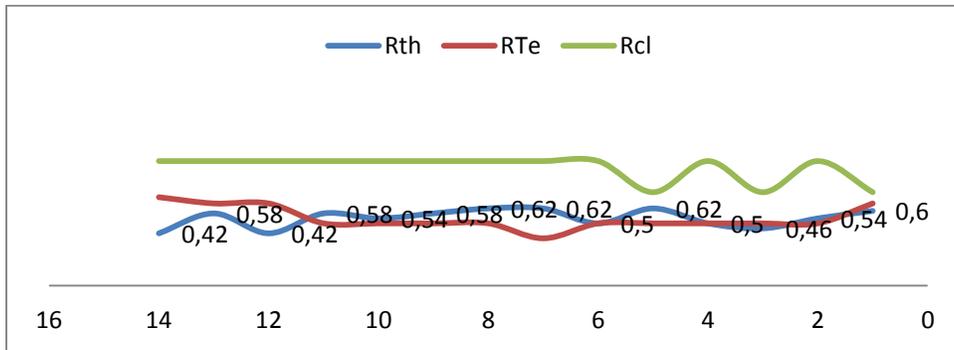


Fig.9-9 : Relation des paramètres R_{th} , R_{te} , R_{cl} au stade L_3

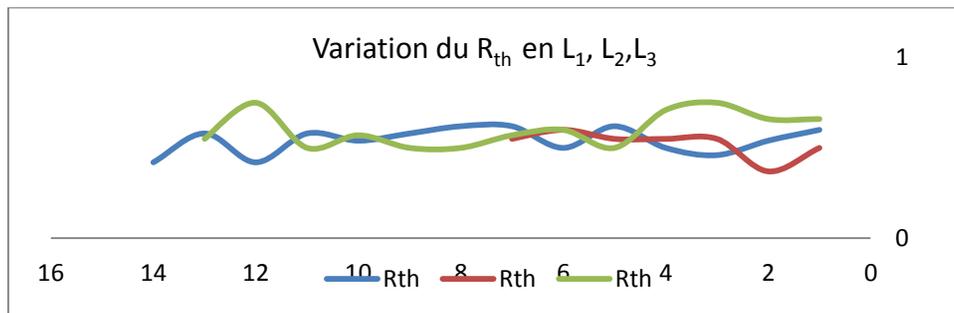


Fig.9-10 : Relation des paramètres R_{th} , R_{te} , R_{cl} au stade L_1, L_2, L_3

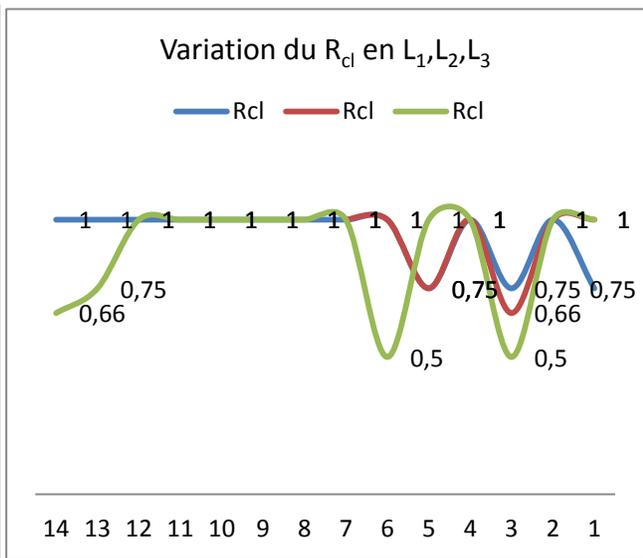
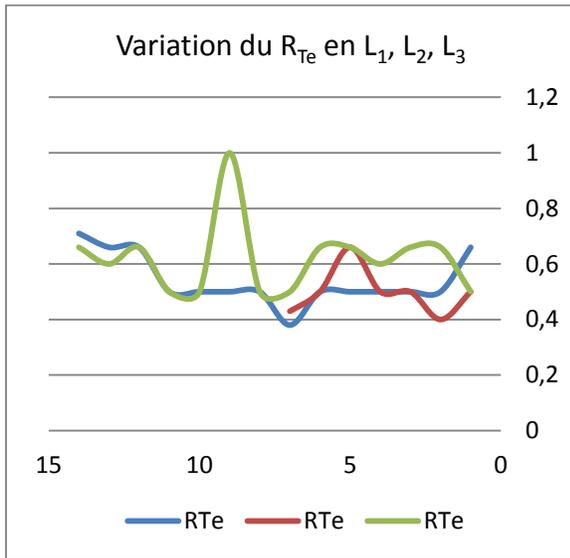


Fig.9-11 : Variation du R_{Te} au stade L_1, L_2, L_3

Fig.9-12 : Variation du R_{cl} au stade L_1, L_2, L_3

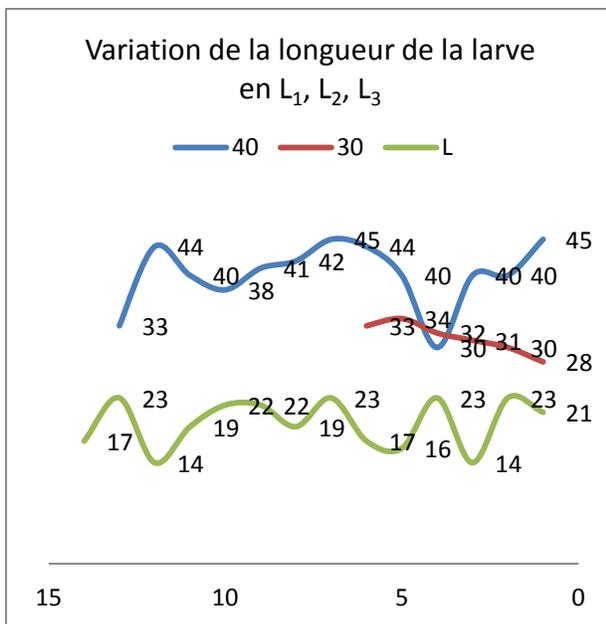


Fig.9-13 : Variation du L au stade L_1, L_2, L_3

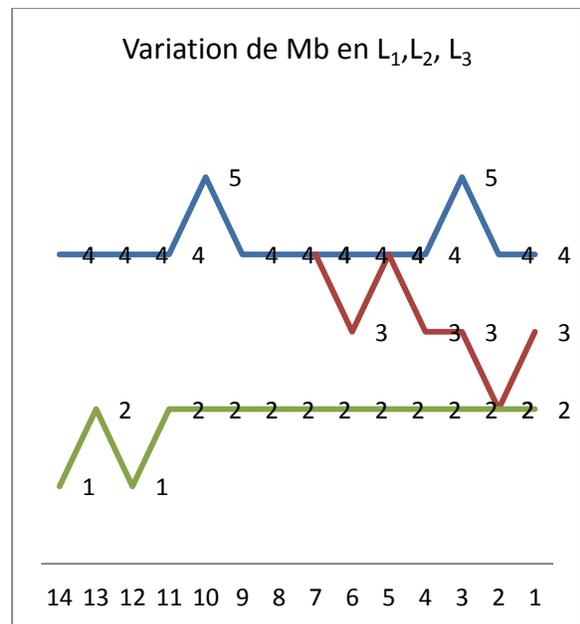


Fig.9-14 : Variation du M_b au stade L_1, L_2, L_3

Plusieurs larves se coïncident en paramètre R_{th} par exemple la larve 6 au stade (L_1) et (L_2) ont le même paramètre R_{th} , cela peut nous informer que ces larves peuvent être de la même espèce et comme peuvent être d'espèces différentes, Idem pour d'autres larves (**Fig.10**).

La même constatation a été enregistrée pour les larves qui sont coïncidées en R_{th} , R_{Te} et R_{cl} aux différents stades (**Fig.9-10,9-11 et 9-12**).

La longueur de la larve est une variable aléatoire en L_1 , L_2 , L_3 et dans les différentes stations d'étude (**Fig.9-13**).Généralement, la longueur de la mandibule (Mb) est constante en L_1 (2 mm) et L_3 (4 mm), mais elle peut légèrement dévier de ces valeurs. Au stade L_2 , Mb varie entre 2 et 3 mm (**Fig. 9-14**).

Dans chaque stade larvaire et dans chaque station d'étude, le poids de la larve est une variable aléatoire, la **Fig.9-15** montre cette variation. La couleur vert, rouge et bleu respectivement correspondante au stade L_3 , L_2 et L_1 . Les larves de chaque stade sont celles représentées selon l'ordre du tableau1, tableau 2 et tableau 3 de l'annexe V. cela peut être dépend au type du sol ou bien même au type du blé (racines) (**Fig. 9-15**).

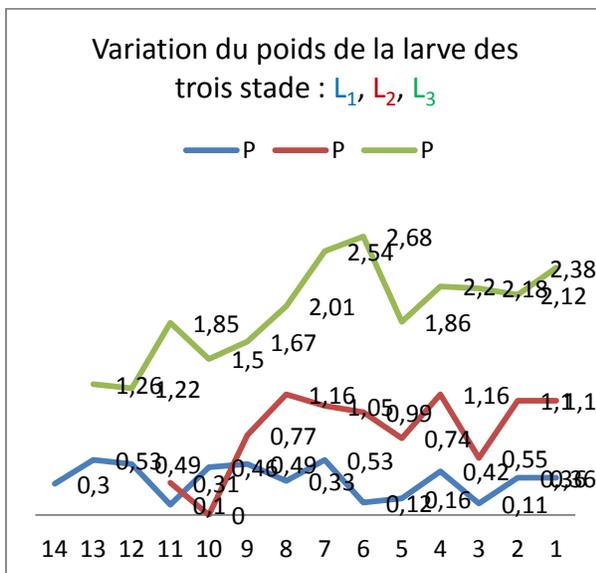


Fig.9-15 : Variation du **P** au stade L_1 , L_2 , L_3

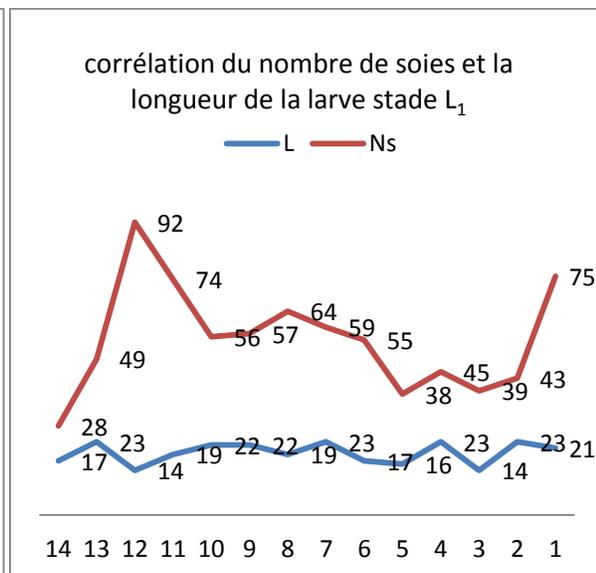


Fig.9-16 : Variation du **L** et Ns au stade L_1 ,

La faible corrélation entre le nombre de soies (Ns) et la longueur de la larve en stade **L₁** dans les différentes stations (tableau 1, annexe V). Cela nous permet de déduire que le nombre de soies est l'empreinte de la larve dès le stade **L₁**. Ainsi la corrélation apparaît faible en stade **L₂** et **L₃**, ce qui confirme la spécificité du nombre de soies en stade **L₁** (**Fig. 9-16, 9-17** et **9-18**).

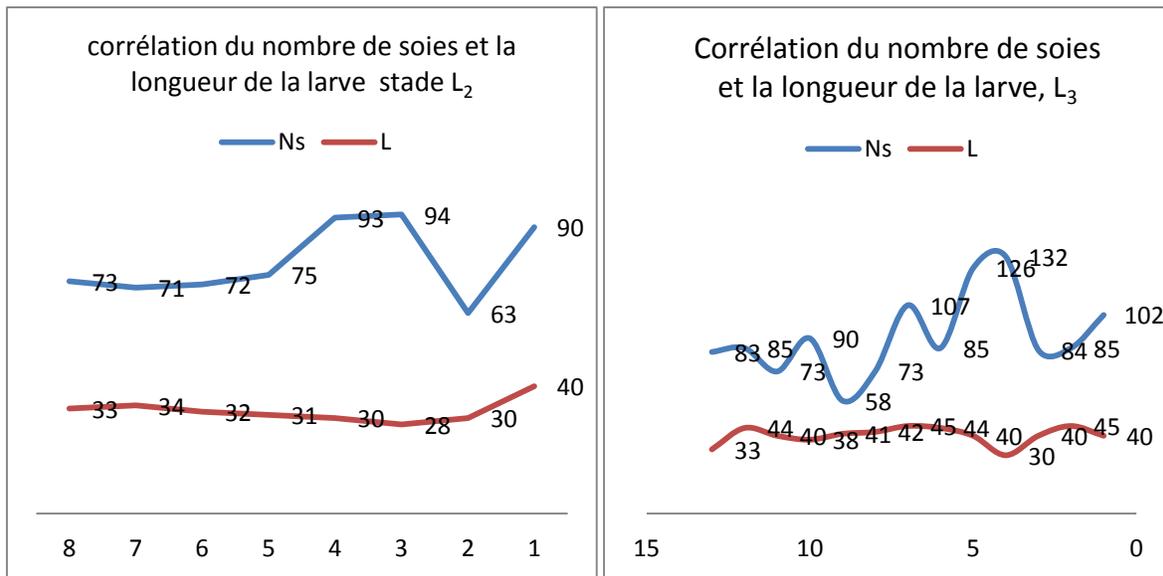


Fig 9-17 : Variation du L et Ns au stade L₂ **Fig.9-18 :** Variation du L et Ns au stade L₃

5. Variation du nombre de soies

Le nombre de soies de toutes les larves récoltées de différentes stations varie aléatoirement dans le même stade larvaire, cela peut être à cause de 2 possibilités:

- 1- L'existence de plusieurs espèces dans ces stations.
- 2- Variation du nombre de soie d'un même stade larvaire dans la même station.

Selon les données, il y'a une variation au niveau de différentes stations et aux différents stades larvaires .Le nombre de soies varie individuellement, car il caractérise chaque espèce. La variation pour chaque espèce donnée, existe aussi dans le même stade, et la même station d'étude entre les différentes espèces (valeur du tableau 1, 2 et 3), exemple, la larve N°12 au stade larvaire (L₁) de la station Kadri possède 92 soies tan disque tandis que la larve N°14 au même stade larvaire (L₁) et de la même station possède **28 soies** (**Fig.9-19, 9-20**).

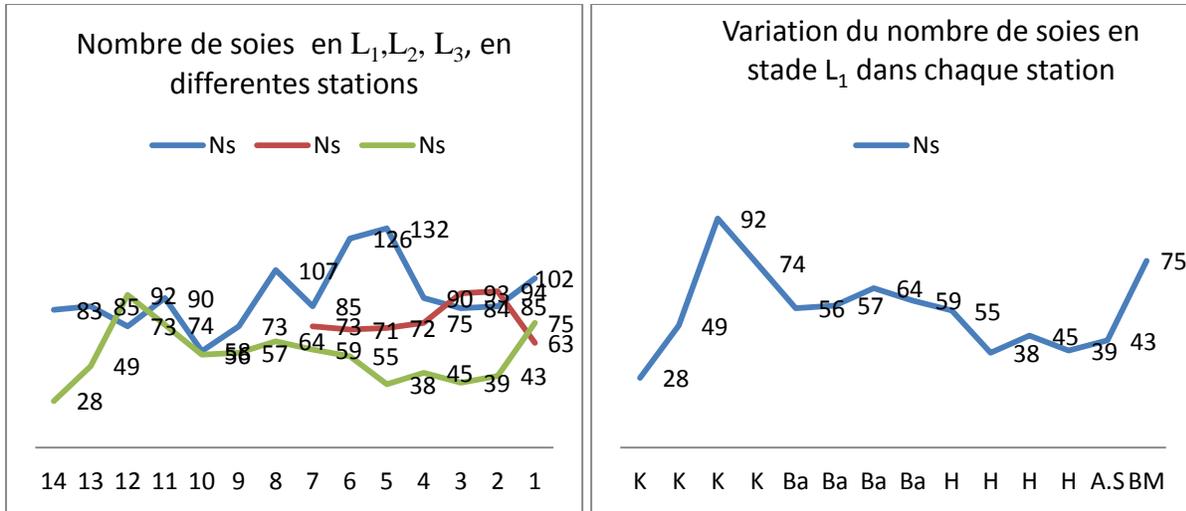


Fig.9-19 : Variation du Ns des différentes stations au stade L₁, L₂, L₃

Fig.9-20 : Variation du Ns des différentes stations au stade, L₂.

La **Figure 9-21 et 9-22** montrent la variation du nombre de soies dans différentes stations, ou dans la même station et pour le même stade larvaire. On constate les trois premières valeurs qui sont du même stade larvaire et sont très proches, ils peuvent être de trois espèces différentes et comme peuvent être de la même espèce.

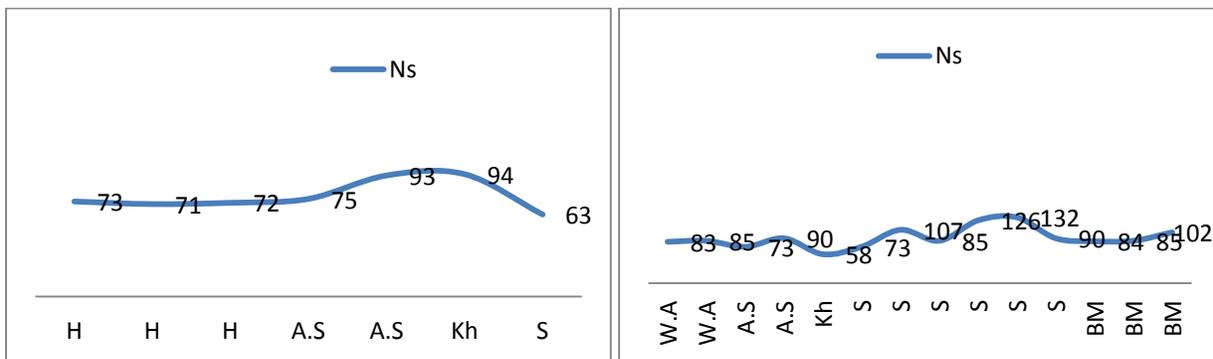


Fig.9-21 : Variation du Ns des différentes stations au stade L₂. **Fig.9-22 :** Variation du Ns des différentes stations au stade L₃.

Le nombre de soies ne dépend ni du stade larvaire, ni de la maturation de la larve (voir le tableau .3), à titre d'exemple la larve N° 25 (L₂) et N°18 (L₃) ont le même nombre de soies = **73** et qui sont différentes en stade larvaire et récoltées de stations différentes. La larve N° 31 de la station Kadri (K) (L₁) possède **92 soies**.

Le nombre de soies est indépendant aussi du stade de développement ou de la station, il est spécifique à l'espèce dès le premier stade larvaire, cela bien illustré dans les tableaux (1,2et 3).

6. Comparaison du nombre de soies des *Rhizotrogini* avec les différentes espèces

Le nombre de soies (Ns) des *Rhizotrogini* est une variable aléatoire appartient à [28-132], cette intervalle est inclut dans celui du nombre de soies des espèces mentionnées dans le tableau 1 de l'annexe II, qui est de [10-144]. On peut déduire que le groupe des *Rhizotrogini* possède une large intervalle du nombre de soies, ce qui indique l'existence de plusieurs espèces, ces dernières peuvent être déterminées avec les paramètres morphométriques et confirmé en ajoutant le nombre de soies et la forme du palidium.

7. Analyse des composantes principales

Les résultats de l'ACP sont représentés dans la **Fig.IV.23**. On constate de cette figure que :

- ✓ L'ensemble qui est constitué de 35 larves est regroupé en trois sous groupes (sous ensembles), ces sous ensembles sont corrélés en cinq paramètres morphométriques qui sont : L, Last, Mb, P, Ns parmi les huit mentionnées précédemment dans **(I.2)**;
- ✓ cette corrélation est très forte entre Mb, Last et Ns. Elle est relativement forte entre P et Ns, plus faible entre le poids et la longueur L;
- ✓ aucune corrélation entre les paramètres R_{th} et R_{ca} et R_{Te} ;
- ✓ Le sous ensemble (en bleu) regroupe le stade larvaire L_3 ;
- ✓ Le sous ensemble centré (en jaune) regroupe des laves des trois stades larvaires L_1 , L_2 , L_3 ;
- ✓ Le sous ensemble à gauche (en rouge) regroupe des larves du stade larvaire L_1 ;
- ✓ Les intervalles de la variation des principaux paramètres sont mentionnés dans le tableau IV.5 suivant :

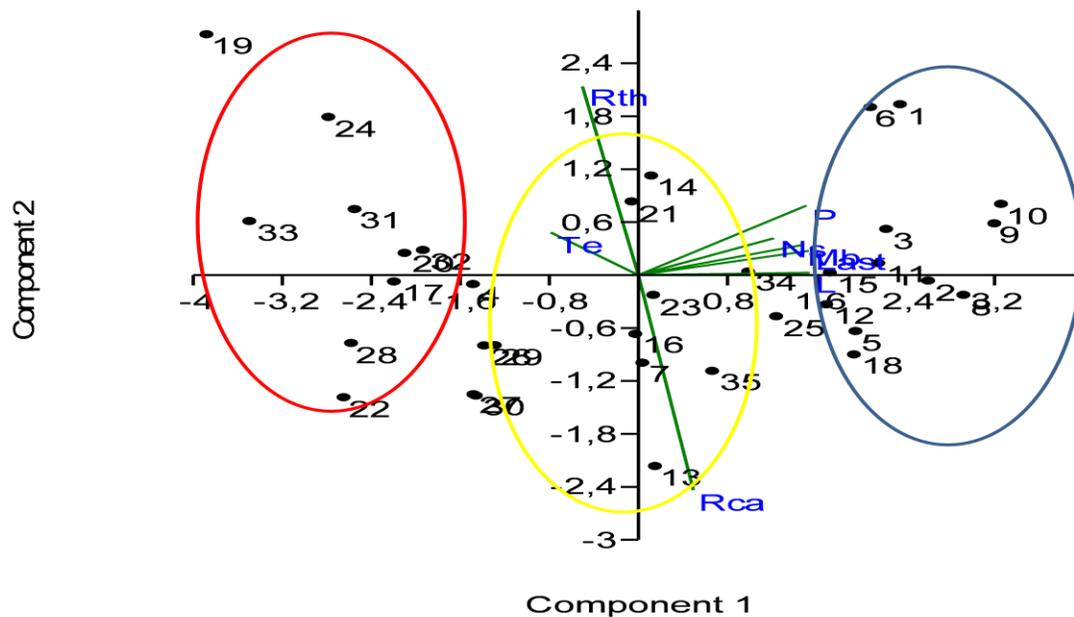


Fig.10: La projection des variables (paramètres morphométriques) sur le plan des Composantes (1x2).

Tableau 12 : Les variables (paramètres morphométriques) sur le plan des Composantes 1x2.

Paramètre	P	L	Mb	Last	Ns
*S-G ₁ (gauche)	[0.10 -1.26]	[14 - 44]	[1, 2, 3,4]	[3, 6]	[38 - 94]
*S-G ₂ (centre)	[0.11- 0.53]	[14-23]	[1, 2]	[3, 4, 5,6]	[28 - 92]
*S-G ₃ (droite)	[1.10 - 2.68]	[30 - 45]	[4, 5]	[7, 8, 9, 10]	[58 -132]

*S-G: sous groupe (sous ensemble).

Les points superposés (20 et 32), (26 et 29), (27 et 30) sont identiques, ils sont communs en plus de 05 paramètres, ils sont très corrélés, ils appartiennent au même sous ensemble. Ces larves sont en même stade larvaire L₁, elles peuvent être de même espèce par une probabilité importante (Tableau 10),(Fig.10).

II. Analyse systématique

I. Analyse systématique

1. Présentation des différentes images d'écusson anal de chaque larve récoltée et analyse du raster

1.1. Description du raster du groupe étudié

Pour tous les rasters des larves récoltées, ces points sont communs :

- ✓ La taille du palidium varie légèrement dans le même stade larvaire, et varie complètement entre le stade L₁ et L₃.
- ✓ Pendant l'analyse du raster, on a trouvé des palidia constitués d'un mélange de palis variant entre moyens, courts et très courts, dans autres, ils existent seulement de moyen pali (épines);
- ✓ la septulaen générale est large, nue, varie d'un individu à autre même dans la même station et le même endroit.
- ✓ Le Palidium est formé de deux ou trois rangées longitudinales légèrement concaves constituées d'épines.
- ✓ Les épines (setae) inclinées vers la septula et vers l'avant, convergeant à l'extrémité antérieure et divergeant à l'extrémité postérieure;
- ✓ le tegillum est constitué d'épines moyennes, très longues et denses, ces extrémités sont très riche en soies très longues et denses;
- ✓ La fente anale transverse, faiblement arquée, proche de la forme trapèze, l'extrémité antérieure et postérieure de la lèvre anale est bordée de soies moyennes, longues et fines.
- ✓ Au stade larvaire L₁, le palidium est légèrement plié à l'extrémité antérieure;
- ✓ La couleur des soies est Caramel, nombre de soies du coté gauche est très proche ou égale aux nombres des soies du coté droite si la larve n'est pas mature (stade L₁ ou L₂)
- ✓ la forme est la même de celle mature et le nombre des soies est le même ou un peu différent;
- ✓ Certaines épines du palidium de certain spécimen sont très solide, à base noire de section circulaire, épine tous droit.
- ✓ Ces larves sont matures, elles sont du stade L₃.

Dans les figures suivantes, chaque raster est différent de l'autre, pour donner des noms au raster, on a adopté la forme de la septula et ou la forme de lapalidia et la symetrie.

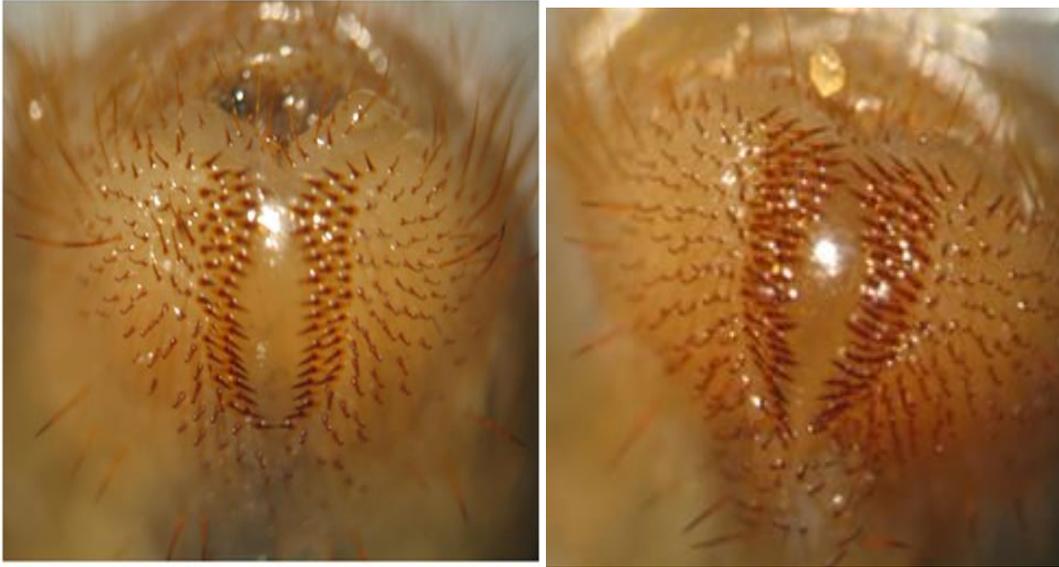


Fig.11-1: Palidium de trois rangés d'épines

Fig.11-2 : Forme au palidium « ailes d'ange »

Chaque palidium est constitué de trois rangés d'épines, elle subit une dégradation en nombre de rangé, à partir de l'extrémité postérieure, ils existent trois rangés, puis deux rangés et se termine par une seule rangé à l'extrémité antérieure. La distribution des " pali " donne une forme à laseptula ressemble à un " **vase allongé à long col**".

La distribution des " pali " qui donne une forme au palidium ressemble à une paire « d'**ailes d'ange** » convergeant à l'extrémité antérieure et divergeant à l'extrémité postérieure (Fig.11-1). La septula est allongé, même chose pour les figures 11-2 et 11-3.



Fig.11-3: Forme au palidium « ailes d'ange » **Fig 11-4:** la septula forme de "clou à tête trapèze".

Une distribution spécifique des soies du palidium à l'extrémité postérieure, cette extrémité est sous forme d'un triangle de tel sort la septula forme d'un trapèze à l'extrémité postérieure, l'aire totale de la septula forme une sorte de "clou à tête trapèze". (Fig.11-4).

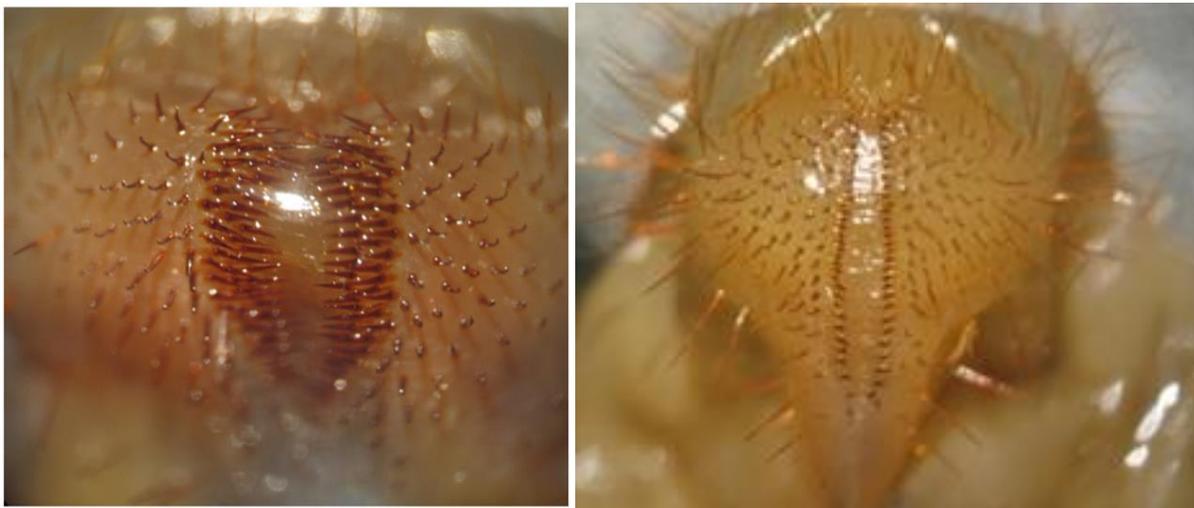


Fig.11-5: Forme au palidium « ailes d'ange » **Fig.11-6 :** Forme au palidium "avoide très allongée",

Le palidium est sous forme de deux lignes parallèles légèrement divergentes au centre ou forme "ovoïde très allongée", c'est une forme spécifique caractérisant une certaine espèce, cette espèce existante dans la station Sahnoun Walid. Le tegillum est très riche en très longues soies. (Fig.11-7)

Le raster à septula "ovoïde allongé " et à palidia à "aile d'ange" (Fig.11--4). Les soies recouvrent la plus part de la septula large à forme "ovoïde", palidia à "aile d'ange" (Fig.11-5).



Fig.11-7 : le raster à septula "ovoïde allongé " à "aile d'ange".

Fig.11-8 : la septula large "ovoïde", palidia à "aile d'ange"



Fig 11-9: raster à septula sous forme d'un vase ovoïde la forme totale du raster est " ovoïde large "

Fig.11.10 : Palidia à aile d'ange dont



Fig.11-11



Fig.11-12

Fig.11-11: La septula est de forme "ovoïde", entouré de palidia intense.

Fig.11-12: La septula est de forme "ovoïde". du palidium symétrique.

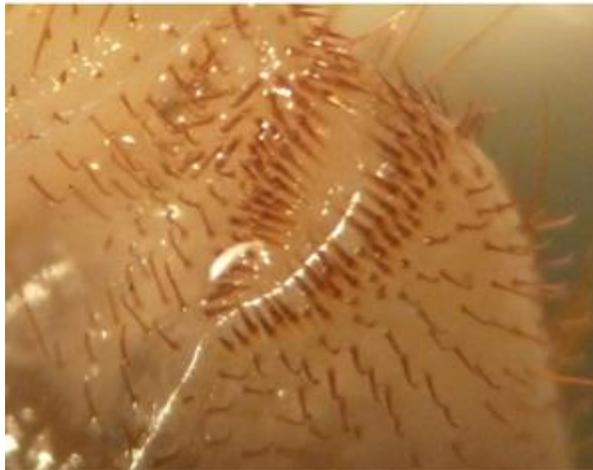


Fig.11-13



Fig.11-14

Fig.11-13: le raster à sepula ovoïde, à palidia de 2 ou 3 rangé dont la forme totale est un "vase ovoïde "

Fig.11-14: la même forme que celle de la sepula ovoïde sauf le palidium est moins long que chez les autres formes.



Fig.11-15



Fig.11-16

Fig.11-15: Les épines sont très inclinées vers la septula, elles recouvrent cette dernière, elles donnent une forme **ovoïde** au palidia : "**forme ovoïde**"

Fig.11-16: La septula est de forme "**ovoïde**", entouré de palidia intense, se termine par deux épines bien liées à l'extrémité antérieure. La forme générale du palidium est symétrique. septula à forme d'un "**vase ovoïde**".

Fig.11-17: la septula est symétrique, elle a la forme ovale allongé, la palidia ressemble à celle de la **fig.11-18** : larve stade L₃, récoltée de la station Wed -Atmania, les épines sont très dures, d'une longueur moyenne, le nombre des épines est 85, palidium symétrique.

Fig .11-19: stade L₁ récoltées de la station Kadri Brahim, une seule rangée d'épines sur chaque côté et cette caractéristique n'est pas propre à la larve au stade L₁, elle sera la même au stade L₃, avec un peu de solidité d'épines. Le nombre de soies compté est très précis et qui est de 14 sur chaque côté.

Fig.11-20: Le nombre de soies comptés est très précis et qui est de 29 sur chaque côté dont le total 58, sans oublier la suite de l'écusson sur la partie dorsale qui possède 8+ 8 épines dont le total des soies est 74. Le (septula+ palidium) ressemble à une "**feuille**".

Fig.11-21 : ressemble à "**2 lignes parallèles longues**" ou "**fermeture éclair**"

Fig.11-22: le raster à large septula, palidia à une seule rangée, à longues épines.

Fig.11-23: ressemble à une "**parenthèse large**" convergente à l'extrémité antérieure.

Fig.11-24: le raster à large septula, palidia à une seule rangée, à courtes épines. Le (septula+ palidium) ressemble à une "**feuille**".

- Le raster à large septula, palidia à une seule rangée de pali.
- La forme totale ressemble à une "**parenthèse étroite**" ou "**forme ovale**".

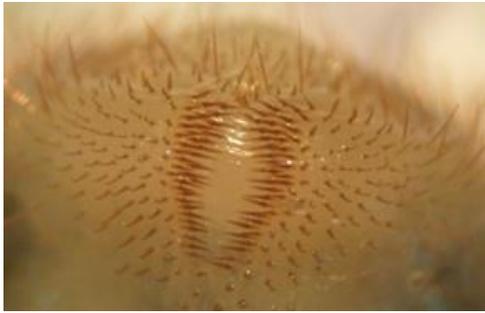


Fig.11-17



Fig.11-18



Fig.11-19



Fig.11-20



Fig.11-21



Fig.11-22



Fig.11-23



Fig.11-24

1.2. Etude bioécologique

Pour l'étude bioécologique ; nos observations ont duré plus de trois années 2001 à 2004. Les sorties hebdomadaires nous ont permis de récolter des espèces de ravageurs qui se trouvent dans la région de Constantine. Celle-ci a représentées par deux espèces de *Rhizotrogues* sont dangereuses pour l'agriculture en général et spécialement pour les céréales.

Ces sorties nous a permis également de suivre le cycle des vers blancs et d'estimer la densité de population et de déterminer un seuil de nuisibilité pour chaque espèce. Les estimations de densité des vers blancs ont été obtenus à partir des profils de 1m² réalisés au niveau de deux station choisies en collaboration avec les responsables de la protection des végétaux (INPV station de Constantine).

Les deux stations sont situées aux lieux dit Domaine trois martyrs et Zerzara (Près du Campus universitaire- Constantine).

La ponte a lieu au mois de juillet de la première année. Après éclosion les larves du premier stade commencent à apparaître à une profondeur de quinze à vingt centimètres de profondeur .Elles sont présentent au mois de septembre de la première année. Au mois de Novembre les larves du deuxième stade commencent à faire leur apparition. Durant cette période hivernale ces dernières restent inactives donc leur dégâts sont moins apparents .Vers la moitié du mois de mars elles commencent a se nourrir. Le manque de la végétation est visible dans les lieux ou la densité est de dix à douze larves par mètre carré.

Au mois de juillet de la deuxième année les larves du troisième stade font leur apparition. Elles se trouvent à une profondeur de dix à quinze centimètre de la surface du sol. Elles sont toutes proches des racines des plantes. La nymphose a lieu au mois de juillet et septembre de la troisième année du cycle. Les adultes commencent à sortir au mois de novembre jusqu'aux mois de mars et avril de la dernière année du cycle

1.3. Détermination du seuil de nuisibilité

Pour déterminer le seuil de nuisibilité des larves de vers blancs nous avons effectué des profils à l'intérieur des "plages" où la végétation est inexistante, à la périphérie où la végétation est peut dense et à l'extérieur des plages où la végétation est dense.

Les espèces de *Rhizotrogues* trouvées ont été ramenées au laboratoire d'entomologie pour étude de leurs caractéristiques. Les résultats concernant l'estimation de la densité sont exprimés dans le tableau 9 .Selon les résultats exprimés dans le tableau précédent la densité moyenne par mètre carré est estimée à 10-12 larves / m² dans a station trois martyrs et de 8 à 10larves / m² sur les lieux sans végétation, par contre la densité varie entre 6 à 8 larves /m² (Station 3 martyrs) et 5à 7 larves /m² pour les lieux a où la végétation est peu dense.

Dans les lieux a végétation dense, la densité moyenne se situe entre 3à5 larves / m²pour les stations. D'après les résultats obtenus on peut estimer le seuil de nuisibilité dans la région de Constantine pour une culture céréalière à 8 à10 larves/ m². Balachwsky en 1994 signale que le seuil de nuisibilité pour une culture céréalière en Europe de 15 à20 larves / m².

Concernant le cycle biologique, nous avons trouvé très peu d'études dans ce domaine .Nous confirmons que le cycle des Rhizotrogues est de trois ans .Les observations faites afinde déterminer les différentes phases du cycle ont été réalisée au niveau des stations choisies par les services de la protection des végétaux.

Des profils de 1m² ont été réalisés dans les deux stations les larves trouvées sont ramenées au laboratoire pour déterminer certaines caractéristiques tels que le poids des larves et la largeur de la capsule céphalique).

Les larves du stade 1 ont un poids de 20mg et une capsule céphalique de 2,3mm pour l'espèce *Pseudoapterogynatusculus Buquet*. Par contre largeur de la capsule céphalique est 2,2mm et le poids est égal à 16mg pour l'espèce *Pseudoapterogynadispar Buquet*.

Pour les larves du stade 2 elles ont la même capsule céphalique (4-5mm) et ne diffèrent que par le poids (600mget 700mg). Les larves du troisième stade ont un poids égal à 1200mg et les capsules céphaliques diffèrent par 0,5mm.Celle de *Pseudoapterogynatusculus Buquet* est de 6,5mm par contre la largeur de la capsule céphalique de la deuxième espèce est égale à 6mm.

Concernant les mouvements des vers blancs on remarque que les vers blancs sont en pleine activité pendant les trois premiers mois de l'année (mars, avril et mai). Ils se trouvent en surface du sol à une profondeur de 5 à 10cm

Résumé : cette étude morphologique a permis d'identifier l'existence de deux espèces dans cette région .*Pseudoapterogyna tusculus* *Buquet* et *Pseudoapterogyna dispar* *Buquet*. D'autre part nous avons pu suivre le cycle de développement des deux espèces.

1.4. Effet répulsif des boutures de *Nerium oleander* sur les larves

Les boutures de *Nerium oleander* ont un effet répulsif sur les larves du stade 2 des *Rhizotrogini* .Cet effet se manifeste par une descente en profondeur du sol égale à 20cm (**Figure 12a et 12b**). Les larves des pots témoins sont restées à une distance de 4cm de la surface du sol. Les résultats concernant l'effet répulsif du *Nerium oleander* sont exprimés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Effet répulsif des boutures de *Nerium oleander* sur les larves de *Rhizotrogini* du stade 2 (n = 5)

Jours après Traitement	Profondeur (cm)			
	Lot1	lot2	lot3	Témoin
2	3,9 ± 0,2	3,5 ± 0,3	4 ± 0,3	3,8±0,2
5	10,3 ± 0,3	8,6 ± 0,1	9,8 ± 0,3	4,1±0,1
7	19,6 ± 0,1	20 ± 0,1	22 ± 0,2	4,2±0,3
m±s	0,2	0,16	0,26	0,2

P<0,005 ***



Figure 12 a : La différence des dégâts causés par les vers blancs (Entre les pots traités et les non traités)



Figure 12b : Effet répulsif des boutures du *Nerium olaender*

1.5. Essai de toxicité de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *Nerium oleander* (dosage des protéines et de l'Ache)

Comparativement aux témoins l'extrait de *Nerium oleander* influe de manière très significative sur le taux des protéines chez les individus traités (Tableau 4). Des résultats similaires ont été trouvés pour le dosage de l'activité enzymatique de l'acétylcholinestérase. Les calculs statistiques montrent une différence significative aussi bien pour les protéines que pour l'activité de l'ache. $P=0,003$ Tableaux 14, 15, 16, et 17.

L'effet de l'extrait hydro alcoolique du *Nerium oleander* se manifeste par une diminution significative du substrat hydrolysé exprimé en moles par heure par mg de tissu. L'activité enzymatique est presque nulle au niveau des têtes des traités (figure 13) Par rapport aux témoins.

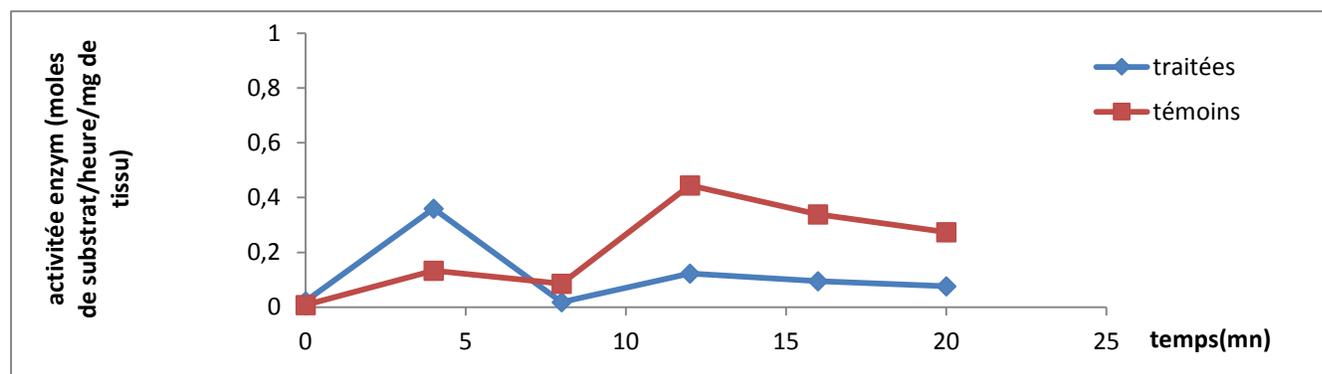


Figure 13 : Dosage de l'Activité enzymatique (témoins et traités)

1.6. Toxicité de l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *Nerium oleander*

L'analyse spectrale nous a montré l'existence de flavonoïdes dans les feuilles de *Nerium oleander*. On peut signaler aussi la présence d'acides phénols. Ces deux composés ou groupes de composés sont déterminés par les analyses de la spectrophotométrie couplée à HPLC ayant permis de caractériser cinq molécules. Cette influence sur le taux des protéines et sur l'activité de l'AchE due à des composés qui se trouvent dans l'extrait de *Nerium oleander* est nettement prouvée. Nos résultats confirment ceux trouvés par, Auger *et al.* 2002 sur l'effet toxique du poireau sur *Drosophila melanogaster*. Il serait intéressant d'étudier cette influence sur le taux des protéines et sur l'activité de l'AchE en prenant les différents composés qui se trouvent dans l'extrait de *Nerium oleander*. Les résultats des dosages des protéines et de l'activité de

l'acétylcholinestérase sont exprimés dans les tableaux 14, 15, 16, et 17.

Tableau 14 : Dosage des protéines (ml) (mg de protéines/mg de tête)

(mg de protéines/mg de tête)	Témoins	Traités
	20,56	73,88
	31,05	65,96
	21,55	78,4
	25,53	66,72
	36,95	73,5
m ± s	27,12 ± 6,86	71,69 ± 5,26***

***P < 0,0001

Tableau 15: Dosage de l'AchE (100µl) cas témoins

Temps (heures)	0	4	8	12	16	20
	0,078	0,118	0,126	0,13	0,138	0,157
	1,009	1,032	1,049	1,053	1,068	1,08
Absorbance	0,15	0,204	0,213	0,218	0,229	0,226
	0,989	1,104	1,138	1,159	1,192	1,198
	0,733	0,82	0,859	0,866	0,869	0,874

Tableau 16 : Dosage de l'AchE (100µl) cas traités

Temps (heure)	0	4	8	12	16	20
	0,701	0,732	0,753	0,755	0,76	0,76
	0,642	0,681	0,705	0,708	0,719	0,72
Absorbance	0,404	0,443	0,462	0,463	0,465	0,466
	0,05	0,058	0,065	0,075	0,076	0,09
	0,701	0,75	0,772	0,78	0,785	0,792

Tableau 17 : Taux de L'AchE (µm/min/mg de protéines)

(µm/min/mg de protéines)	Témoins	Traités
	0,038	0,027
	0,038	0,0021
	0,027	0,016
	0,029	0,011
	0,029	0,011
m±s	0,032 ± 0 005	0,017 ± 0,006*

P=0,003

III. Etude phytochimique :

III. Etude phytochimique

1. Extraction des poly phénols

1.1. Macération, Affrontement par les solvants, séparation et caractérisation

Les étapes de la macération avec l'éthanol, l'affrontement par les différents solvants la CCM (Figure 14), la purification et l'observation au spectrophotomètre a UV visible nous a permis d'avoir deux types de spectre : L'un avec une seule bande caractéristique des acides phénols et l'autre avec deux bandes caractéristiques des flavonoïdes. 2 Diagnostic par CCM.

Pour la CCM on utilise un gel polyamide DC6 (le polyamide forme des liaisons H avec les OH phénoliques des flavonoïdes, grâce à ces fonctions carbonyl- amide(GNU),2006)
21 Diagnostic par chromatographie analytique sur couche mince.

La plaque de CCM utilisé est une plaque de verre constituée de gel de polyamideDC6.La migration s'est faite dans le système de solvant suivant : Toluène/Ethanol/méthanol/Ether de pétrole : **40/30//30/7**

Cette technique peut nous informer sur le contenu en polyphénols et en particulier es flavonoides des extraits analysés sous formes des spots flavoniques. Les spots sont visualisés

A : l'œil nu

B : Sous UV à longueur d'onde 365nm avant pulvérisation avec le réactif de neu

C : l'oeil nu après pulvérisation avec le réactif de neu

D : Sous UV à longueur d'onde 365 nm après pulvérisation avec le réactif de Neu

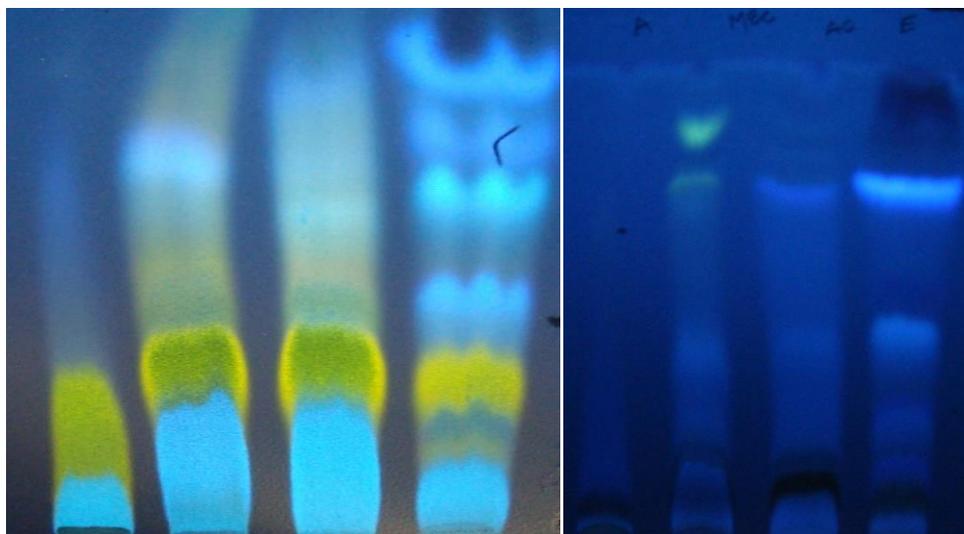


Figure 14: Chromatographie sur Couche mince de *Nerium oleander* Spectre UV-Visible de la tache 3 Profil phénolique des différentes phases Ether , Acétate et MEC

2-A analyse spectrale

2.1. Analyse des phases

2.1.1 .Phase éther

L'analyse du contenu de la phase éther nous oriente vers un seul pic de la bande 1 ce qui nous oriente vers un acide phénol (Figure 15). Cette phase est riche en composés simples

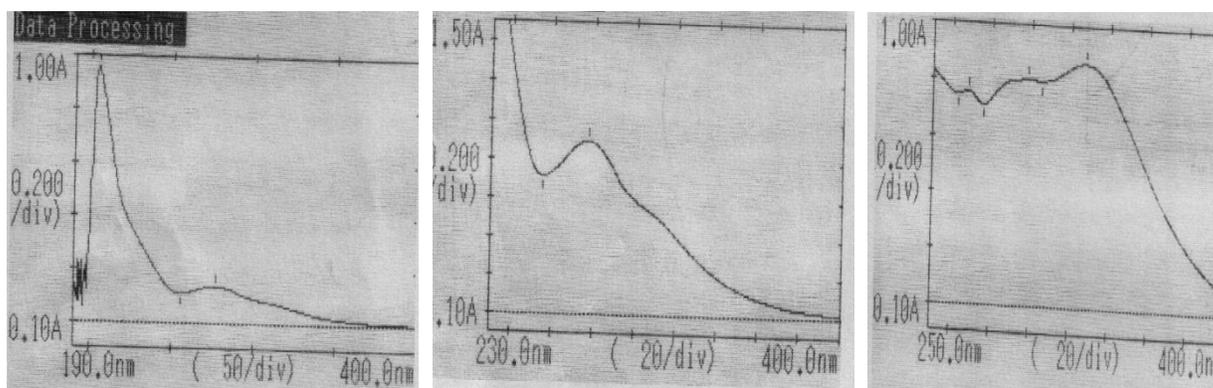


Figure 15: Spectre de la phase éther Spectre de la phase acétate Spectre de la phase MEC

2.1.2. Phase Acétate

Les spectres de la phase acétate ont montré deux pics entre (328-333) pour la bande I et entre (269-272) pour la bande II, (Tableau 18) (Figure 15); il s'agit d'aglycones simples (flavone –Apiginine, flavonol non identifiés) les spots de cette phase ont donné deux pics plus distincts donc ils sont purs.

Tableau 18 : Les spectres de la phase acétate

Spot	RF	Fluorescence	Bande II	Bande I	Type de flavonoïdes
1	0,31	Violet	273		
2	0,58	Bleu Violet	271	334	

Caractérisation des molécules majeures isolées

Molécule 1 : la phase acétate: *Nerium oleander* tache 1

Fluorescence : jaune brillant Rf=0,72 Solvant Toluène / Méthanol / Ethanol : 4/3/3

Série spectrale

Phase acétate

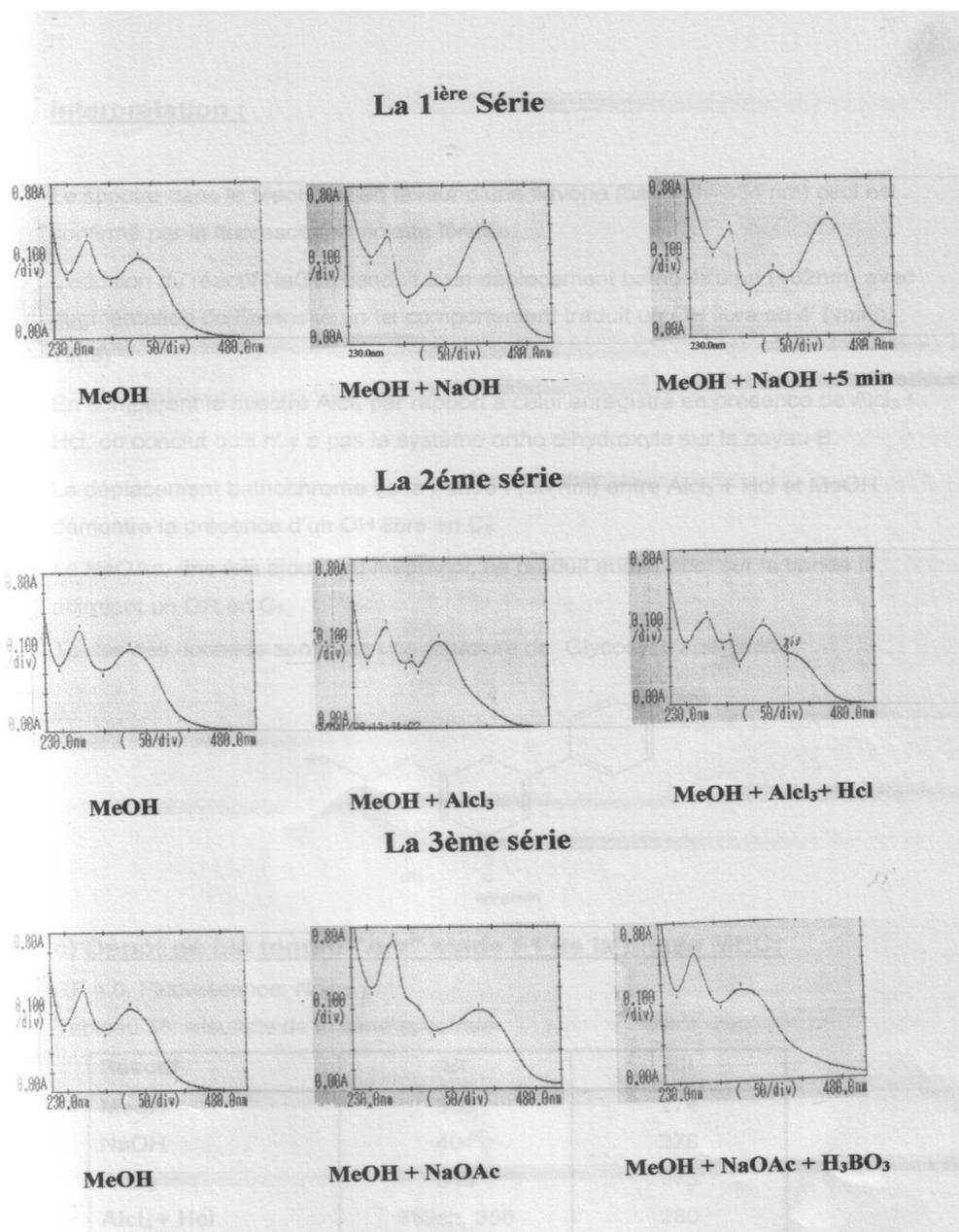


Figure 16 a: Phase Acétate

2.13.Phase Mec

MEC Molécule 1la phase MEC: *Nerium oleander* tache 2

Fluorescence : jaune brillant Rf=0,72 Solvant Toluène / Méthanol /Ethanol : 4/3/3

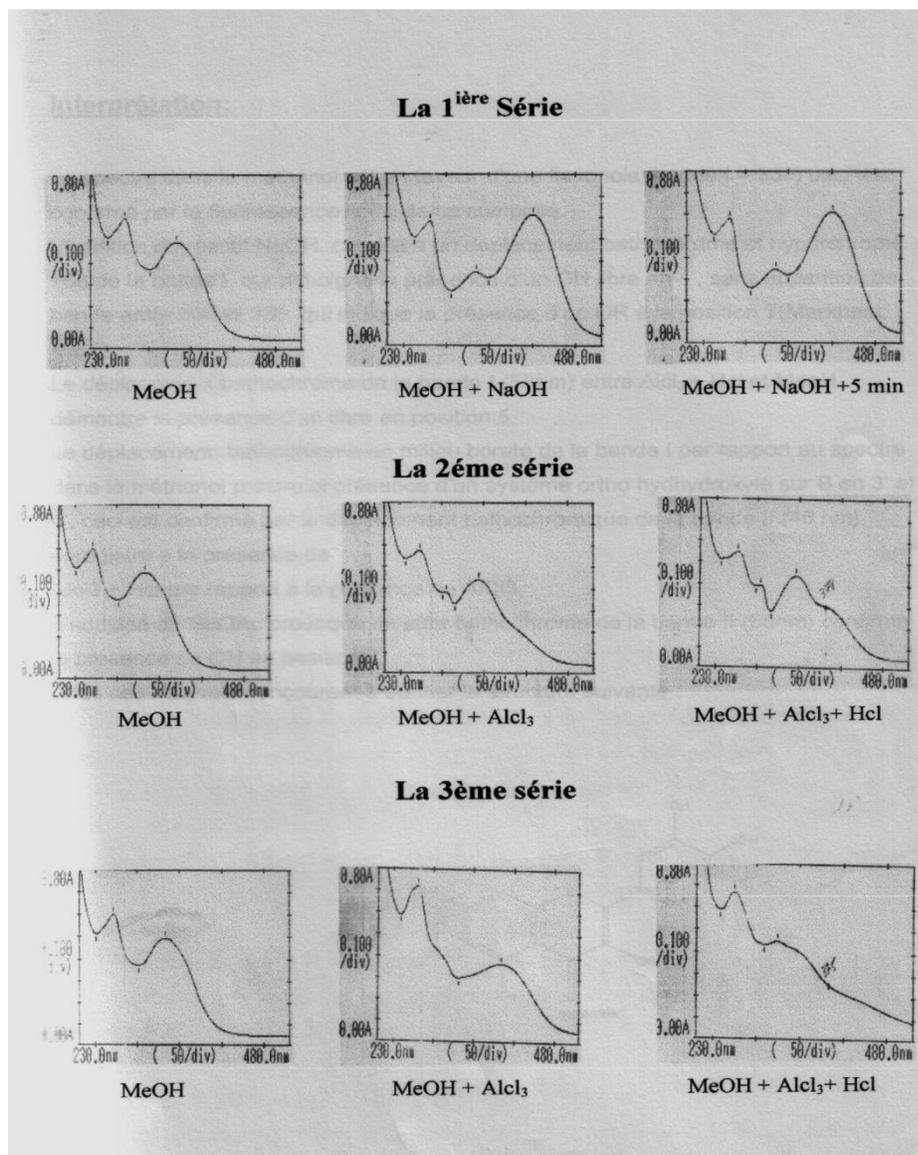
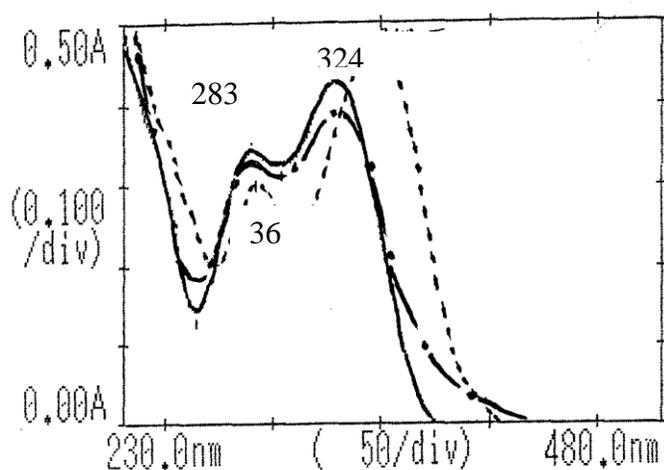
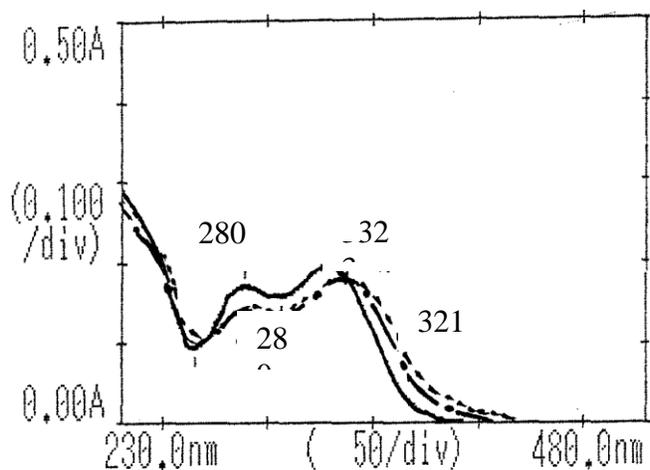


Figure 16 b: Phase MEC

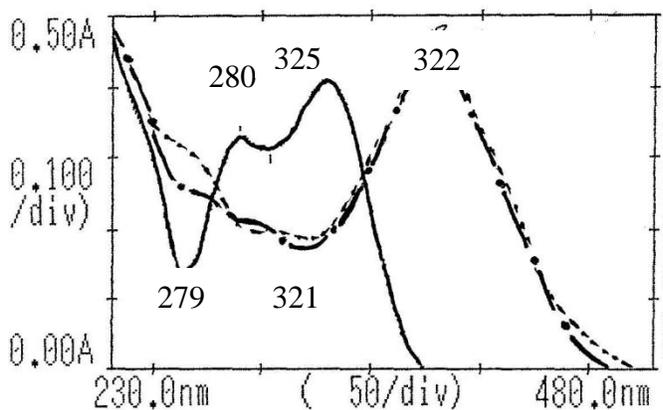
Caractérisation des molécules issues de la phase MEC



Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (—)	283	324
NaOH (— · —)	-	365
NaOH Après 5mn (-----)	-	371

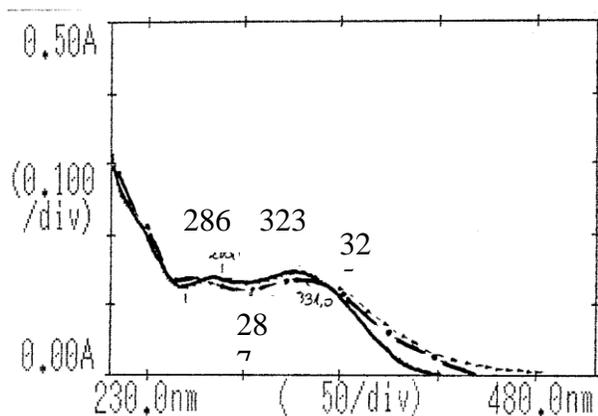


Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (—)	280	323
NaOAc (— · —)	284	325
NaOAc+H3BO3 (-----)	280	321

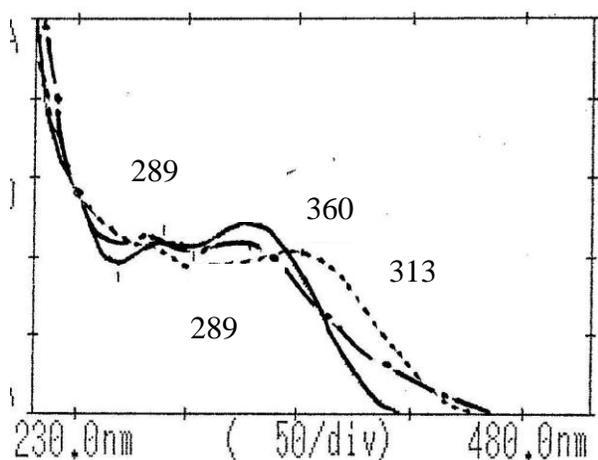


Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (—)	280	325
AlCl3 (— · —)	279	322
AlCl3+HCl (-----)	280	321

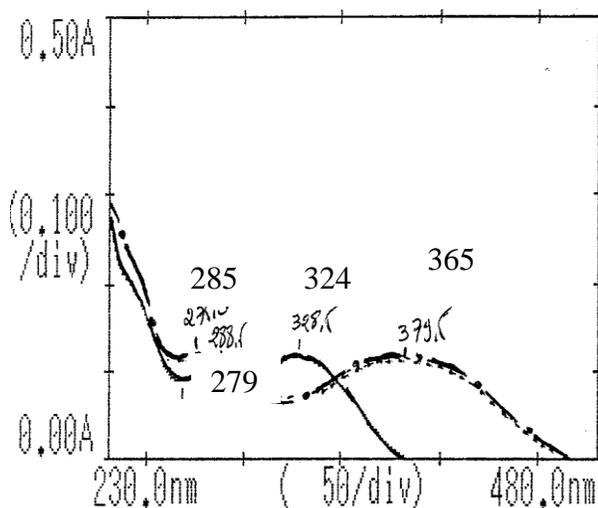
Figure 17: Phase MEC: Molecule 2: Phase Ether *Nerium oleandertache 2* Fluorescence : jaune brillant Rf=O,72 Solvant Toluène / Méthanol / Ethanol : 4/3/3



Solvant	Bande I (nm)	Bande II (nm)
MeOH (____)	286	323
NaOAc (-.-)	289	325
NaOAc+H3BO3 (- - - -)	287	331

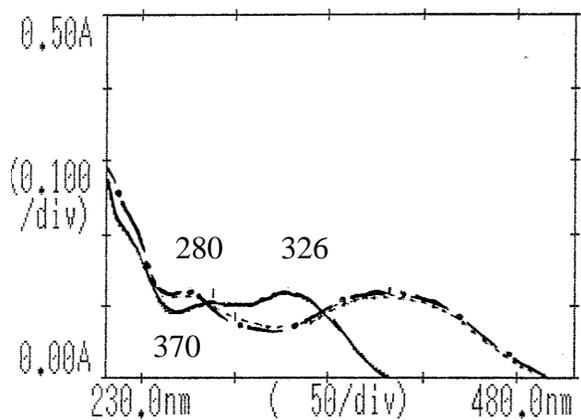


Solvant	Bande I (nm)	Bande II (nm)
MeOH (____)	285	323
AlCl3 (-.-)	289	360
AlCl3+HCl (- - - -)	287	313

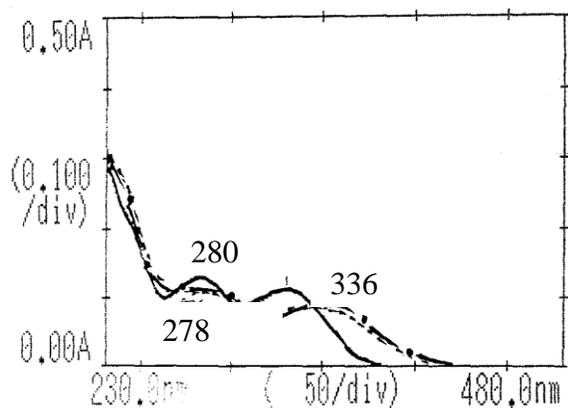


Solvant	Bande I (nm)	Bande II (nm)
MeOH (____)	285	324
NaOH (-.-)	279	365
NaOH Après 5mn (- - - -)	279	321

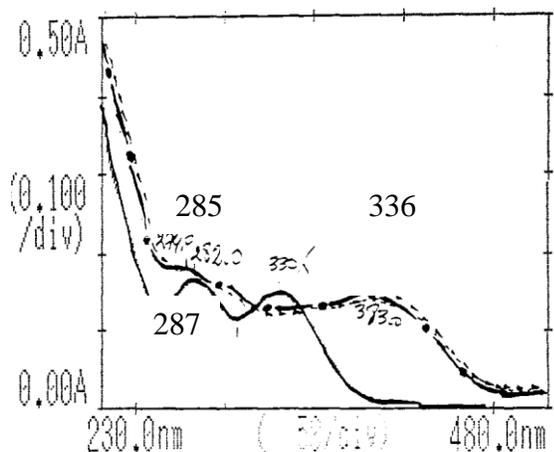
Figure 18: Molécule 3 : Spectre UV-visible Tache 3 phases Acétate Nerium oleander
Rf = 0, 52 Fluorescence bleu clair Solvant : 4/3/3



Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
NaOH (-.-.-)	-	370
NaOH Après 5mn (-----)	-	370

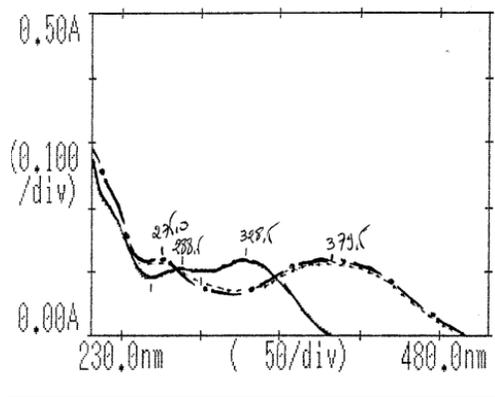


Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
NaOAc (-.-.-)	276	336
NaOAc+H3BO3 (-----)	278	330

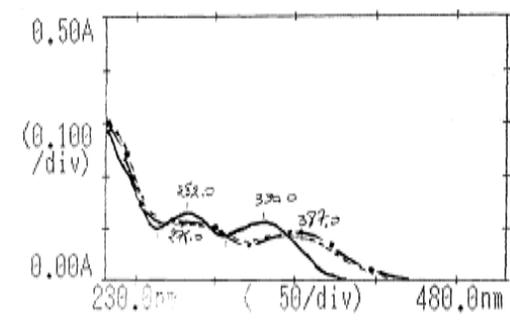


Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
AlCl3 (-.-.-)	285	350
AlCl3+HCl (-----)	287	343

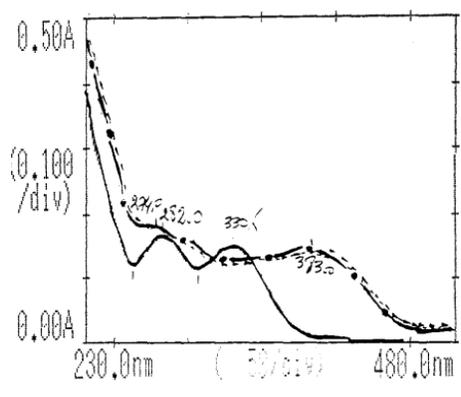
Figure 19: Molécule 4 : Spectre UV-Visible tache 4 phases acétate Système Solvant Toluène/méthanol/Ethanol=4/3/3 Fluorescence bleu foncé Rf= 0,68



Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
NaOH (— · —)	-	370
NaOH Après 5mn (-----)	-	370



Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
NaOAc (— · —)	276	336
NaOAc+H3BO3 (-----)	278	330



Solvant	Bande II (nm)	Bande I (nm)
MeOH (____)	280	326
AlCl3 (— · —)	285	350
AlCl3+HCl (-----)	287	343

Figure 20: Molécule 5 : Spectre UV-Visible tache 5 phases acétate Système Solvant Toluène/méthanol/Ethanol=4/3/3 Fluorescence bleu foncé Rf= 0,68

3. Molécules essentielles :

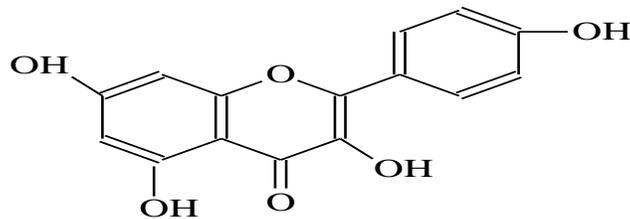
3.1. Molécule 1 :

Le spectre méthanoliques nous donne deux bandes uniques respectivement à 336 nm t 272 nm .L'ajout de réactif NaOH, conduit à un déplacement bathochrome (68) de la bande I avec une augmentation de l'intensité, ce qui prouve qu'il y a un OH libre en 4'.

L'apparition d'une nouvelle bande entre BI et BII à 332 nm révèle la présence d'un OH libre en position 7.

L'effet bathochrome de la bande I (+31nm) dans HCL+AlCl3 par rapport au spectre méthanolique témoigne l'existence d'un OH libre en 5 avec et pas d'oxygénation en position 6.

L'adition successive d'acétate de sodium et d'acide borique n'entraîne qu'une très faible variation de la bande I par rapport au spectre dans le méthanol apporte la preuve de l'absence de système de système ortho di OH sur le noyau B(Bacon et al . 1976).Ces résultats sont en faveur d'une **kaempferol** (Fig.21). Molécule 1 de la phase MEC: *Nerium oleander* tache 2 avec Fluorescence : jaune brillant Rf=O, 72 Solvant Toluène / Méthanol /Ethanol : 4/3/3 ; (Fig.16 a et b) : Phase



Kaempférol

Figure 21: kaempferol

3.2.Molécule 2 :

Le spectre méthanolique nous donne deux maximums d'absorption l'un correspondant à la bande I (345nm) et l'autre celui de la bande II (271nm), ces caractéristiques sont en faveur de la présence d'un effet flavone au noyau A polysubstitué.

- **Série I :**

L'addition de NaOH donne un effet bathochrome (+54nm) et hypochrome de la bande I avec apparition d'un pic entre 320 et 335 nm) signifiant la présence d'un OH libre en C4' et un autre OH libre en C7 respectivement.

- **Série II :**

L'addition de NaOAc provoque un effet bathochrome (+ 18nm) de la bande II cela confirme la présence d'OH libre en C7 puis l'ajout de H3BO3 donne un déplacement bathochrome (+21,5) traduisant la présence d'un groupe ortho di OH en 3' et 4'.

Caractérisation des molécules issues de la phase MEC de la Molécule 2: Phase Ether Nerium oleander avec une tache 2 Fluorescence : jaune brillant Rf=O, 72 Solvant Toluène / Méthanol /Ethanol : 4/3/3 (Fig.17).

- **Série III :**

L'addition de AlCl3 provoque un déplacement bathochrome très important (+69nm) de la bande I. En comparant ce déplacement au spectre méthanolique on peut déduire que cette molécule dispose d'un OH libre en C3. La présence d'un OH libre en C5 est confirmée par le déplacement bathochrome de (+19,5) de la bande I suite à l'addition d'HCl. En comparant le spectre AlCl3 +HCl au spectre AlCl3 nous déduisant l'existence du groupe 3',4' ortho di OH sur le cycle B, car cette comparaison montre le déplacement hypsochromique important de (-49,5nm).La structure proposée est/ **la Quercétine** (Fig.22).

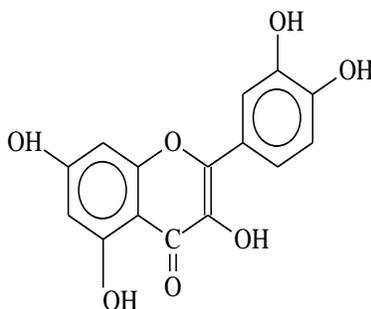


Figure 22: la Quercétine

3.3. Molécule 3 :

La fluorescence violette sous UV les maximums d'absorption des deux bandes respectivement à 338,5nm (BI) et à 272 nm(BII) sont en faveur de la présence d'un flavone.

- **Série I :**

Le déplacement bathochrome de la bande I (+48nm) provoqué suite à l'addition de NaOH traduit l'existence d'un OH libre en C4'.

- **Série II :**

L'absence de tout déplacement de la bande II suite à l'addition de NaOAc indique la présence d'une substitution en C7', puis l'ajout de H3BO3 conduit à un déplacement de (+10nm) ce qui signifie la présence d'un groupe ortho di-OH en C 3' et C4'.

Molécule 3 : Avec Spectre UV-visible Tache 3 phases Acétate Nerium oleander Rf =0, 52
Fluorescence bleu clair Solvant : 4/3/3 (Fig.18).

- **Série III :**

L'addition de AlCl3 résulte d'un déplacement bathochrome de (+48,5nm) et une comparaison du spectre AlCl3+HCl par rapport au spectre MeOH résulte d'un déplacement bathochromique équivalent à (+22nm). Ces données nous laissent opter pour molécule qui dispose d'un OH libre en C5. La comparaison du spectre AlCl3+ HCl par rapport au spectre AlCl3 résulte d'un déplacement hypsochromique (-26,5nm), ceci nous emmène vers l'existence d'un groupe di OH en C3' et C4'. La structure proposée est la **Lutéoline** (Fig.23).

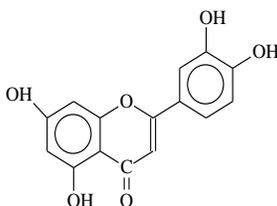


Figure 23: Lutéoline.

3.4. Molécule 4 :

Le spectre méthanoliques donne un maximum d'absorption à 323,5nm pour la bande I et à 282 nm pour la bande II et la fluorescence violette de la molécule 6 sous UV à 365 nm nous laissent opter pour un flavone. A cause de la valeur élevée de son Rf(0,93) dans le système solvant apolaire (toluène /éthanol : méthanol : éther de pétrole) donc il est fort possible qu'au moins l'un des R' ou R'' est un groupement méthyle si ce n'est pas deux.

- **Série I :**

Un déplacement bathochromique (+41,5nm) et hyperchromique sont observés situé à une comparaison du spectre de NaOH par rapport au spectre MeOH ce qui témoigne la présence d'un OH libre en C4'. L'absence d'un pic entre 320 -335) nm indique la présence d'une substitutionnel C7.

- **Série II :**

Le faible déplacement bathochromique de la bande II (+1nm) en présence de NaOAc nous confirme la présence d'une substitution en C7, puis l'addition de H3BO3 ne provoque qu'un très faible déplacement bathochromique (+0,5nm) de la bande I ce qui témoigne de l'absence du groupe ortho di OH en C3'C4'

Molécule 4 : Spectre UV-Visible tache 4 phases acétate Système
Solvant Toluène/méthanol/Ethanol=4/3/3 Fluorescence bleu foncé Rf= 0,68. (Fig.19)

- **Série III :**

Le faible déplacement hypsochromique de la bande I (AlCl3+HCl/AlCl3) confirme l'absence de groupe ortho di OH en C3' et C4'. On suppose aussi que cette molécule ne dispose pas d'un OH libre en C5 car l'addition de AlCl3 ne provoque qu'un faible déplacement de (+0,5nm) par rapport au spectre méthanol. La structure proposée est **Apigénine** (Fig. 24).

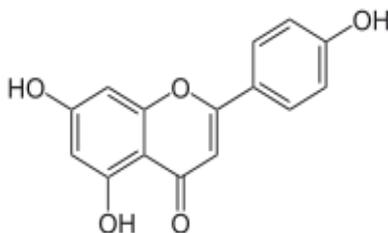


Figure 24: Apigénine

3.5. Molécule 5 :

Le maximum d'observation de la bande I se situe à 350nm, celui de la bande II est situé à 290 nm et la fluorescence bleue violette sont en faveur d'un flavonol (3OR) au noyau polysubstitué.

- **Série I :**

L'effet bathochrome (+45nm) combiné à l'effet de la bande I après addition de NaOH nous indique la présence d'un 4'OH.

- **Série II :**

Le NaOC , une fois ajouté provoque un déplacement bathochrome important de la bande II ceci prouve que cette molécule dispose d'un OH libre en C7, l'addition de H₃BO₃ provoque un effet bathochrome de (+16,5 nm) de la bande I et indique la présence d'un groupement ortho di OH en C3'C4'.

Molécule 5 : Spectre UV-Visible tache 5 phases acétate Système
Solvant Toluène/méthanol/Ethanol=4/3/3 Fluorescence bleu foncé R_f= 0,68(Fig. 20).

- **Série III :**

Le déplacement bathochrome (+33 ,5nm) suite à l'addition de AlCl₃ indique que la molécule est un flavonol avec un OH libre en C5. La comparaison (AlCl₃+HCl/ AlCl₃) résulte d'un déplacement hypsochromique de (-28nm) ce qui confirme la présence d'un groupe orthodiOH en C3'C4'. La structure proposée est donc la **Quercétine 3OR'**. (Fig. 25).

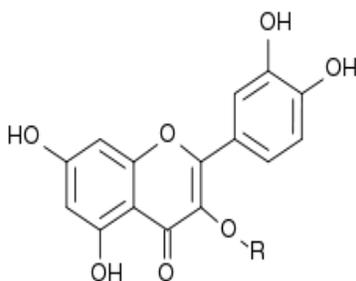
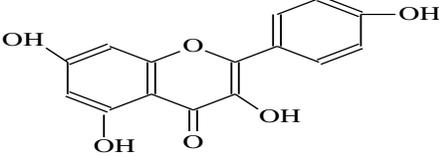
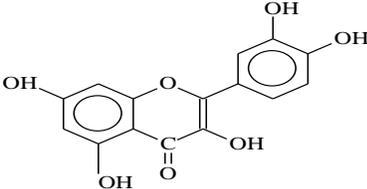
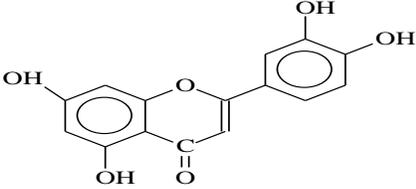
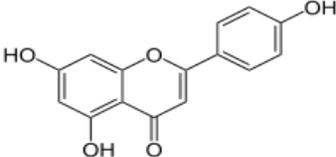
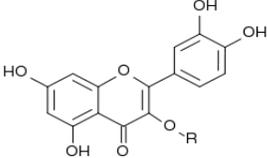


Figure 25: Quercétine 3OR'

Tableau 19 : Tableau récapitulatif des différentes molécules

Numéro	Molécules	Formule
1	kaempferol	 <p style="text-align: center;">Kaempférol</p>
2	Quercétine	 <p style="text-align: center;"><i>Quercétine</i></p>
3	Lutéoline.	 <p style="text-align: center;"><i>Lutéoline.</i></p>
4	Apigénine	 <p style="text-align: center;"><i>Apigénine</i></p>
5	Quercétine 3OR'	 <p style="text-align: center;"><i>Quercétine 3OR'</i></p>

4. Conclusion

Dans cette étude nous pu isolé cinq molécules flavoniques. D'après la littérature Pizzorno *etal.* 2006 ; La quercétine est un très puissant anti oxydant. Le Keampferol contribue à prévenir les dommages oxydatifs de nos cellules, les lipides et l'ADN. L'apigénine est un composé de la famille des flavones, une sous-classe des flavonoïdes .il est bénéfique pour les traitements contre le cancer.

La lutéoline est un inhibiteur de la libération de molécules inflammatoires, Il est évident que l'activité décelée contre les vers blancs revient à l'action de l'ensemble des composés phytochimiques du Nerium oleander .

V-Conclusion Générale

Cette étude nous a permis de conclure que du point de vue bibliographique; le *Nerium oleander* est une plante toxique si elle est utilisée d'une manière anarchique, mais a faible dose elle est utile en cardiopathie.

L'étude bio écologique nous montre une diversification des ravageurs des céréales dans la région de Constantine. Celle ci est représentée par une vingtaine d'espèces qui sont groupés en cinq ordres. Le plus important est l'ordre des Coléoptères qui est représenté par deux espèces importantes qui causent des dégâts énormes en agriculture en général et plus spécialement sur les céréales. Ces deux espèces sont *Pseudoapterogyna tusculus* Buquet et *Pseudoapterogyna dispar* Buquet. Ces deux espèces ont été signalées par Balachowsky et Mesnil en 1930. Ce travail nous a permis de compléter les informations concernant le cycle de ces deux espèces qui est triennal.

La ponte a lieu au mois de juillet de la première année (année 2004). Après éclosion les larves du premier stade commencent à apparaître à une profondeur de quinze à vingt centimètres de profondeur. Elles sont présentes au mois de septembre de la première année (Année 2004). Au mois de Novembre les larves du deuxième stade commencent à faire leur apparition. Durant cette période hivernale ces dernières restent inactives donc leur dégâts sont moins apparents. Vers la moitié du mois de mars elles commencent à se nourrir. Le manque de la végétation est visible dans les lieux où la densité est de dix à douze larves par mètre carré.

Au mois de juillet de la deuxième année (année 2005) les larves du troisième stade font leur apparition. Elles se trouvent à une profondeur de dix à quinze centimètres de la surface du sol. Elles sont toutes prêtes des racines des plantes.

La nymphose a lieu au mois de juillet et septembre de la troisième année du cycle (Année 2006). Les adultes commencent à sortir au mois de novembre jusqu'aux mois de mars et avril de la dernière année du cycle.

Les cycles de ces espèces présentent des différences au niveau du stade larvaire. Les larves du stade 3(L3) présentent des capsules céphaliques plus importantes que l'autre espèce. Les larves de *Pseudoapterogyna tusculus* Buquet ont une taille plus grande que celle de *Pseudoapterogyna dispar* Buquet.

Une analyse systématique des larves de *Rhizotrogini* nous a permis d'établir un recensement des formes du bouclier anal (Raster). Cela permettra aux systématiciens et aux techniciens de l'agriculture de déterminer les espèces de *Rhizotrogini* sur la base de la forme du raster.

Les laves de la première espèce présentent un seuil de nuisibilité plus important que la deuxième. La première espèce préfère les sols légers, par contre la deuxième espèce vit dans les sols argileux donc lourds.

L'étude expérimentale que nous avons réalisée montre que les boutures de *Nerium oleander* ont un effet répulsif sur les larves de *Rhizotrigini*. Cet effet permet de limiter les dégâts des vers blancs en les repoussant en profondeur du sol (20cm) ce qui permettra d'éloigner ces ravageurs des racines des plantes.

L'extrait hydroalcolique a un effet sur l'AchE, le taux de protéines des larves. Toutes ces conclusions peuvent nous mener vers une voie de substitution au niveau des moyens de lutte. Les insecticides d'origine végétale seront peut être la solution qui limite les dégâts de ces insectes sans aucune incidence sur l'environnement.

L'étude phytochimique nous a permis de maîtriser les méthodes de macération, de séparation, de purification et de caractérisation des molécules actives. Elle nous a permis encore de dominer les techniques de chromatographie sur couches minces et en phase liquide (CCMet HPLC) qui sont nécessaires pour l'isolation et la caractérisation des substances actives. La spectrométrie couplée à la chromatographie en phase liquide montrent que la plante contient un certain nombre de molécules de flavonoïdes telles que la, *Quercitine Kaemphérol* *Lutéoline*.,

Apigénine et Quercétine 3OR'.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abbott W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J.Econ.Entomol.* **18**:265-267.

Akhtar Y., Isman MB. (2004). Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *J. Appli.Entomol.* **128**:32-38.

Alfonso H.A., Sanchez LM. (1994). Veterinary and human toxicity. The British laboratory. Document Supply Center. **47** :56-67

Arnault I., Mondy N., Cadoux F., Auger J., (2000). Possible interest of various sample transfer techniques for fast GC-SM analysis of true onion volatiles. *J Chrom.* **896**: 117-124.

Auger J et Thibout E., (1981) .Emission par le poireau, *Allium porrum*, de thiosulfates actifs sur la teigne du poireau, *Acrolepis assectella* Z. (Lepidoptera). *C.R.Acad.Sci.,Paris.* **29**: 217-220.

Auger J., Lecomte C., et Thibout E., (1989). Leek odour analysis by gas chromatography and identification of the most active substance for the leek moth *Acrolepis assectella*. *J.Chem. Ecol.*, **1**: 1847-1854.

Auger J, Cadoux F, Thibout E., (1999). *Allium* spp. thiosulfates as substitute fumigants for methyl bromide. *Pestic.Sci.* **55** : 200-202.

Auger J., Dugrvot S., Arnaud A., Abo-Ghaila A., Pierre D., Thibout E., (2002). Utilisation des composés allelochimiques des *Allium* en tant qu'insecticides. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production IOBC wprs Bulletin 25.

Augustin Scalbert, Ian T Johnson, and Mike Saltmarsh (2005) ; Polyphenols: antioxidants and beyond 1,2 *Am J Clin Nutr January vol. 81 no. 1 215S-217S*

Baba Aissa F., (1991). Les plantes médicinales d'Algérie, ED Edman . **93** : 18-20

Babayi H. Kolo I, Okogum JI., (2004). The antimicrobial activities of methanolic extracts of *Eucalyptus camaldulensis* and *Terminalia catappa* against some pathogen microorganisms. *Biochemisten*: **16(2)**: 102-105.

Balachowsky A.S., (1962). Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I 1^{ère} édition. **547** : 12-20

Baraud P., (1970). Contribution à l'étude du genre *Rhizotrogus* Berth. (Col., Scarabaeodea) .3^{ème} note : espèces nouvelles d'Europe Occidentale et d'Afrique du Nord.-Annales de la Société entomologique de France . **6** : 475-492.

Baraud J., (1992). Coleoptères. Scarabaeoidea d'Europe. Faune de France. Publication of fédération française des Sociétés de Sciences Naturelles et Société Linnéenne de Lyon. **856**: 19-

Basile A, Giordano S, Lopez Saez JA, Cobianchi BC., (1999). Antibacterial activity of pure flavonoïds isolated from mosses. *Phytochem*: **2 (8)**: 1419-82.

Batawita K, Kokon K, Akpagona K, Koumaglo K, Bouchet P., (2002). Activité antifongique d'une espèce en voie de disparition de la flore togolaise : *Conyza aegyptiaca* (L.) Ait. *Acta botanica gallica* (Acta bot. gallica) ISSN 1253-8078. **149 (1)**: 41-48

Blum, A., (1988). Detoxification, deactivation and utilization of plant compound by insects. In plant resistance to insects. Hedlin P.A. **18**: 255-275.

Bouchelta A., Blenzar A., Beavougui AJP., Lakhlifi T., (2003). Etude de l'activité insecticide des extraits de *Capsium frutescens* (Solanacées) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Rev. Méd. Pharm. Afri.* **17**: 19-28

Bouchelta A., Boughadad A., Blenzar A., (2005). Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoides extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera :Aleyrodidae). *Biotechnol. Agronom. Soc. Environ.* **9 (4)**: 259-269.

Boyd D.W., Alverson D.R., (2000). Repellency effects of garlic extracts on twospotted spidermite, *Tetranychus urticae* Koch. *J. Entomol. Sci.* **35**: 86-90.

Bradford M., (1976). A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* **72**: 248-254.

Casida JE., Quistad GB., (1995). *Pyrethrum Flowers : Production, chemistry, Toxicology and Uses.* Oxford University Press, London.

Cheruvanky H., (2004). Method for treating hypercholesterolemia, hyperlipidemia and arteriosclerosis. *Unitet Stat Pat.* **6 (4)**: 733-799

Cicchetti F., Drouin-Ouellet J. and Gross R.E. (2009); Environmental toxins and Parkinson's disease: what have we learned from pesticide-induced animal models? *Trends in Pharmacological Sciences*; **30**: 475-483.

Cushnie TP., VES H., Lamb AJ. (2003). Assessments of the antimicrobial activity of selected flavonoïds and consideration of discrepancies between previous reports. *Microbiol Res*: **158(4)**: 281-289

Choi WI., Lee EH., Choi BR., Park HM., Ahn YJ., (2003). Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporarum* (Homoptera: Aleyrodidae). *J Econ. Entomol.* **96 (5)**: 1479-1484.

Cushnie, T.P., Hamilthoh V.E.S., Lamb A.J., (2003). Assesment of the antimicrobial activity of selected flavonoids and consideration of discrepancies between previous reports. *Microbiol. Res.* **158(4)**: 281-9.

Dadi P.K., Ahmad M., Ahmad Z., (2009). Inhibition of ATPase activity of Escherichia coli ATP synthase by polyphenols. *Intl.J.Biol.Macromolecules*. **45(1)**: 72-9.

Didrak M.M., (1999). Antimicrobial activities of the extracts of various plants (Valex, Mimosa bark, Gallnut pownders, Salvia sp, and Phlomis sp). *Journal of biology*. **23**: 241-248.

Gnanou D., Nitriema JB., Sourabié S., Traoré LK., Guisson IP., Kondogbo B., (2003). Etude in vitro de l'activité antifongique d'extraits des inflorescences mâles de *Borassus aethiopum* (Mart.) *Arecaceae*. *Revue sciences et techniques. Science de la santé*. **26 (1)**: 15-19.

Ellman.G.L., Courtney K.D., Andres V., Featherstone R.M., (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology and Physiology*. **38**: 84-90.

El Modafar C, Tantaoui A, El Boustani., (2000) . Time course accumulation and Fungitoxicity of date palm phytoalexins towards *Fusarium oxysporum* f.so.albedinis cell wall-degrading enzymes. *J.Phytophol*. **148**: 405-411.

Fernandez-Vega C., Sancho E., Ferrando M.D., Andreu E., (2002). Thiobencarb-Induced changes in Acetylcholinesterase Activity of the fish *Anguilla anguilla*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. **72**: 55-63.

French-Constant RH, Daborn PJ, Le Goff G. (2004). The genetics and genomics of insecticide resistance. *Trends Genet* 20: 163-170.

Gainge M., Ahmed S., (1988). Handbook of plants with pest control Properties. John Wiley and Sons , New york.

Gaston B., Raoul P., (1990). La grande flore en couleur de France, Suisse Belgique et pays voisins. Ed:Berlin , Paris, **15**: 748-750.

Gnanou D., Nitriema JB., Sourabié S., Traoré LK., Guisson IP., Kondogbo B., (2003). Etude in vitro de l'activité antifongique d'extraits des inflorescences mâles de *Borassus aethiopum* (Mart.) ;*Arecaceae*. *Revue sciences et techniques. Science de la santé*. **26 (1)** : 15-19.

Guérin-Meneville F.E. (1942). *Rhizotrogus* Latr et description de *R.Mayagnoscii*. *Revue de Zoologie*. **20**: 6-8.

Guignard J.L., Cosson M.H., (1985). *Abrégé de phytochimie* Ed : Masson et Cie : **12** : 128-203.

Guinary J.L., (1982). *Précis de Botanique (végétaux supérieurs)*, Ed Masson, Paris New York, Barcelone, Milan Mexico, Rio de Janero. **10** : 128-204

Habbu P.V., Mahadevan K.M., Shastry R.A., Manjunatha H., (2009). Antimicrobial activity of flavonoid sulfates and other fractions of *Argyreia speciosa* (Brum.f) Boj. *Indian J.Experimental*

Biol. **47**(2): 121-8.

Hall F., Rand Menn J.J., (1999). Biopesticides, USE and Delivry. Human Presss, Totowa, New Jersey.

Harbone J.B., (1989). Higher plant-lower plant interactions: phytoalexins and phytotoxins:in

Harbone J.B., (1992). Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press, **4**: 302-340.

Harbone J.B., (1993). The flavonoids: advences in research since 1986. Ed. Chapman and Hall London.

Harbone J.B., Williams C.A., (2000). Advences in flavonoide research since 1992. Phytochemistry. **55**: 481-504

Hoffmann, A. A. and Y. Willi. (2008). Detecting genetic responses to environmental change. Nat Rev Genet 9 :421-432.

Hurpin B., (1957). Sur la résistance des vers blancs aux conditions défavorables .Revue des Sociétés savantes de Haute-Normandie. **5**: 99-118.

Idrissi Hassani L.M., (2000). Contribution à l'analyse phytochimique du Harmel (*Peganum harmala*,Zygophylacées): *Schistocerca gregaria* Forrskal (Orthoptera, Acrididae). Thèse Doctorat d'Etat, Université Ibnou Zohr, Agadir. pp214.

Ilic SB., Konstrantinovic SS., Todorovic ZB., (2004). Antimicrobial activity of bioactive component from flower of *Linum capitatum* Kit. Physics, chemistry and technology. **3**(1): 73-77.

Jurd L., Hurwitz R., (1962). Spectral properties of flavonoids componds. In "the chemestry of flavonoid componds", GEISSMAN TA) Pergaron press New-J –York. **15**: 107-155

INPV ; Vers blancs des céréales Bulletin n° 2 (2016), Institut National de la protection des végétaux Constantine Algérie).

Khennouf S., (2004). Gastropropectives of polyphenolic compounds from *Quercus Suber* in rats and mice. J. Agric. Food. Chem. **51**(5) : 1469-1473

Ketoh K., (1998). Utilisation des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* Thèse de Doctorat. Université du Bénin, Lomé (Togo).pp 230

Lahouel M., (2004). The flavonoids effect against vinblastine, cyclophosphamide and paracetamol toxicity by inhibition of lipid-peroxydation and increasing liver glutahione concentration.pathologie. Biologie. **52** : 314-322.

Lahouel M, Boulkour S, Segueni N, Fillastre JP., (2004). Effet protecteur des flavonoïdes contre la toxicité de la vinblastine, du cyclophosphamide et du paracétamol par inhibition de la peroxydation lipidique et augmentation du glutathion hépatique. *Heama*. **7 (3)** : 313-320

Lahouel M., (2005). Interactions flavonoides-mitochondries et rôle de la propolis dans la prévention de l'apoptose induite par certains médicaments anti cancéreux. Thèse de Doctorat pp329.

Lee HS (2002). Extraction studies of *Thermanthe iboga* and *Voacanga africana* *Nat. Prod. Lett.***16(1)** : 473-476

Lopez-Lazaro M., (2000). Two new flavonol glycosides as DNA topoisomerase I poisons. *Naturforsch.* **735 (11)**: 898-902

Lorke D., (1983). A new approach to practical acute toxicity testing. *Archives of Toxicol.* **54**: 275-287.

Lumaret J.-P.,Ghaioule D.,Maatouf N.,Rochat D. (2005). First data on the biology of *Sphodroxia maroccana* Ley (Coleoptera: Melolonthidae) and estimation of the damages of this new pest on cork oak seedlings in the Mamora forest (Morocco),p.139-145 in:Lieutier F.,Ghaioule D(eds) *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems*,INRA, Versailles.

Macheix,J. A. Fleuriet, C. Jay-Allemand (2006) .Les composés phénoliques des végétaux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Sciences des aliments, 26 189-190

Mahmoudi Y., (1993). La thérapeutique par les plantes connues en Algérie Ed : Palais du livre. Blida : 53-65

Manardi A. (1992). *Rhizotrogus grassi* nuovoColeopteroitaliano.Bolletino della Societa entomologica Italiana. **34** : 105-111.

Markham K.R., (1982). Technique of flavonoids identification. Academic press.London

Maron R.,Fahn A.,(1979). Ultrastructure and development of oil cells in *Laurus nobilis* L.leaves. *Botanical Soc.***125**: 133-137.

Martini A., Katerere DR., Eloff JN., (2004). Seven flavonoïdes with antibacterial activity isolated from *Combretum erythrophyllum*. *J. Ethnopharmacol.* **93 (2)**: 207-12

Merghem R., (1985). Etude du polymorphisme génétique à l'aide de marqueurs biochimiques chez une plante d'intérêt économique -Thèse de Magister. Université Constantine. pp 158.

Merghem R., (2001). Origine et biogenèse des molécules d'origine naturelle, importance pour l'industrie pharmaceutique. Proceeding du 1^{er} Séminaire national sur substances bio actives d'origine végétale. Jijel (Algérie).

Merghem R., Jay N., Burn Voirin B.,(2004). Quantitative analysis and HPLC isolation and identification of procyanidins from *Vicia faba* L. *Phytochemistry Analysis*. **15** : 333-336.

Mladinka P., Zatloukalova L.,FilipskyT.and Hrdina R. (2010); Cardiovascular effects of flavonoids are not caused only by direct antioxidant activity. *Free Radical Biology & Medicine*; 49: 963-975.

Mitchell SN, Stevenson BJ, Müller P, Wilding CS, Egyir-Yawson A, Field SG, Hemingway J, Paine MJI, Ranson H, Donnelly MJ. 2012. Identification and validation of a gene causing cross-resistance between insecticide classes in *Anopheles gambiae* from Ghana. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109: 6147-52.

Modak B., (2001). Actividad antibacteriana de flavonoïdes aïslados des exudado resinod de *Heliotropium sinuatum*. Efecto del tipo de estructura. *Bol Soc Quin.* **47(1)**: 366-421

Morallo-Rejessus B., (1987). Botanical pest control research in the Philippines. *Philipp. Entomol.* **7**: 11-14.

Muslant E., (1842). Histoire Naturelle des Coléoptères de France Lameelicornes Genre *Rhizotrogue*. Lareille. **8**: 427-440.

Okigbo RN., Mbajinka CS., Njoku CO., (2005). Antimicrobial potentials of (UDA) *Xylopiya aethopica* and *Occinum gratissimum* L. Some pathogenous of man. *International. Journal of Molecular Medicine and advances Sciences.* **1 (4)**: 392-397.

Paprika fruits. Pol J. Food Nutri.Sci.12/53 (2): 15-18.

Perucka I., Materska M., (2003). Antioxydant activity and Effets biocides des alcaloïdes, des sponinines et des flavonoides. Content of casacinoids isolated from paprika fruits. *Pol. J .Food Nutr. Sci.* **53(2)**: 15-18.

Perucka I., Materska M., (2003). Antioxydant activity and content of capsaicinoids isolated from fruits. *Pol. J .Food Nutr. Sci.* **51(2)**: 10-15.

Pizzorno JE Jr, Murray Michael T. (2006) ; *Textbook of Natural Medicine*, Churchill Livingstone, États-Unis, 3^{ème} edition. 30: 475-483

Quezel P., SantaL.L., (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. **2** : 20-35. Centre National de la recherche Scientifique .Paris.

Rachdi S., Haddan M., (1998). Importance des dégâts et identification des vers blancs ravageurs des jeunes plants de chêne-liège dans la forêt de la Mamora (Maroc). *Protection Intégrée des chênes*, *OILB* **22** : 41-45.

Reiche M.L., (1962). Espèces nouvelles de Coléoptères appartenant à la faune Méditerranéenne.

Annales de la Société Entomologique de France. **2**: 539-546.

Randerath K., (1971). Chromatographie sur couches mince. Ed.Gauthier-Vilars, Paris-6^{ème}

Rebek E.J., Sadof C.S., (2003). Effets of pesticides, applications on the Euonymus Scale (Homoptera Diaspididae) and its parasitoid, Encarsia citrini (Hymenoptera Aphelinidae). J.Econ.Entomol. **96 (2)**: 446-452.

Regnault-Roger C., Hamraoui A., (1993). Efficacy of plants from the south of France used as traditional protectants of phaseolus vulgaris L.J stored Prod.Res. **29**: 259-264.

Regnault-Roger C., Hamraoui A., Holeman M., Theron E., Pinel R., (1993). Insecticidal effect of essential oils from Mediterranean plant upon acanthocelid obtectus Say (Coleoptera:Bruchidae), a pest of kidney bean. (Phaseolus vulgaris L). j.che.Ecol. **19**: 1233-1244.

Sadzuka Y., Sugiyama T., Shimoi K., Kinae N., Hirota S.,(1997). Protective effect of flavonoids on doxorubicin induced radiotoxicity. Toxicol Lett. **92(1)**:1-7

Schmutterer H., (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree Azadirachta indica . Annual Review of Entomology. **35**: 493-500.

Schwimmer S., Kjaer A., (1960). Purification and specificity of the c-s-lyase of Albizzia lophanta. Biochem.Biophys.Acta. **42**: 316-320.

Seltzer Paul., Le climat de l'Algérie, "La Typo-Litho" et Jules Carbonel, (1946); (Étude publiée avec le concours de A. Lasserre, Mlle A. Grandjean, R. Auberty et A. Fourey - Université d'Alger - Travaux de l'Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie). 219 p.

Siess M.H., Le Bon A.M., Canivence L., (2000). Mechanisms involved in the chemoprevention of flavonoids, Biofactor. **12 (1-4)**: 193-9.

Scott IM., Jensen H., Scott.JG., Isman MB., Amason JT., (2003). Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle Leptinotarsa decemlineata Say (Coleoptera Chrysomelidae). Arch. Insect. Bioch. Physio. **54**:212-225.

Sieber K.P., Rembold H., (1983). The effect of Azadirachta indica on the endocrine control of moulting in Locusta migratoria. Journal of Insect Physiology. **29**: 523-527.

Simone M., Joern A., (1994). Feeding behavior of gramivorous grasshoppers in response to host plant extracts, alkaloids and tannins. Journal of Chemical Ecology. **20 (12)**: 3097-3108.

Tang D., Wang C., Luo L., Qin J. (2000). Comparative study on the responses of maxillary sensilla styloconica of cotton bollworm Helicoverpa armigera and oriental tobacco budworm Heliothis assulta larvae to phytochemicals. Science China (Series C). **43(6)**: 606-612.

Tramaterra P., Lanzotti V., (1999). The activity of some compounds extracted by Allium on stored-product insects Oryzaephilus surinamensis (L), Sitophilus oryzae (L) and Tribolium

castaneum (Herbst). J. Pest .Science.**72**: 122-125.

Trematerra P., Sciarretta A., (2002). Activity of chilli *Capsicum annum* L.Var.accuminatum,on stored product insects *Oryzaephylus surinamensis* (L.),*Sitophilus arYZae* (L) and *Tribolium castaneum*(Herbst). IOBC/W Bull. **25(3)**: 177-182

VanderWerf HMG., (1997). Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement.Cours. Environ. **31**: 5-22.

Voirin.B., (1983). Spectral differentiation of 5hydroxy-3methoxyflavones with mono4',di3',4',5' substituted Brings .Phytochem. **22**: 2107-2115.

Wagner H., Baldt P., (1996). Plants Drug. Analysis: A Thin Layer. Chromatography Atlas, 2nd Ed. Berlin:Spinger.

Williams LAD., Mansingh A., (1993). Pesticidal potential of tropical plants-I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. Insect. Sci. Applic. **14(5)**: 697-700.

Wiwattanapatpee R., Sae-Yun A., Petcharat J., Ovatlarnporn C. and Itharat A. (2009); Development and evaluation of granule and emusifiable concentrate formulations containing *Derris elliptica* extract for crop pest control. Journal of Agricultural and Food Chemistry; **57**: 11234-11241.

Yaou A, (2001). Contribution à l'étude des composés flavoniques d'une labiée : le *Teucrium polium* .Thèse de Magister. pp196

Zang D., Hamauru Y., (2003). Phénolic compounds ascorbic acid, carotenoids and antioxidant properties of grebe, red and yellow bell peppers. Food, Agric., Environ. **1(2)**: 22-27.

Zhang X., (2004). Traditional medicine: its importance and protection.In:Twarog S,Kapoor P(eds).Protecting and Traditional Knowledge: Systems,National Experiences and International Dimensions.Part1The Role of Traditional Knowledge in Healthcare and Agriculture".New York:United Nations. pp.3-6.

Zeghad N.,(2009). Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*,*Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne.Thèse de Magister pp 124

Zhou K., Yinj Y., (2005). Phénolic acid, tocopherol and carotenoid composition and antioxidant function of hard red winter wheat bran . J. Agric, Food Chem. **10**: 3916-22.

Zounos AK., Allen Ej., Mordue Aj., (1999). Bioactive compounds from neem tissue cultures and screening against insects.Pestic.Sci. **55**: 497-500.

Thème ;

Effets des Phytoconstituants du Nerium Oleander (Apocynaceae) sur les vers blancs Rhizotrogini (Coleoptera Scarabaeidae)

Résumé :

La réalisation de cette thèse nous a permis de recueillir des informations sur une étude écologique des espèces dévastatrices des cultures en général et surtout des cultures céréalières. Ceci est matérialisé par la détermination de deux espèces appartenant à l'ordre Coleoptera et la famille Scarabaeidae. Il s'agit de *Pseudoapterogyna tusculus* Buquet et *Pseudoapterogyna dispar* Buquet. Cependant, une analyse systématique des larves de Rhizotrogini nous a permis d'établir un recensement des formes du bouclier anal (Raster). Cela permettra aux systématiciens et aux techniciens de l'agriculture de déterminer les espèces de Rhizotrogini sur la base de la forme du raster. L'utilisation de la chromatographie en couche mince et de la spectrophotométrie à UV visible nous a permis de réaliser une étude phytochimique dans laquelle cinq molécules de flavonoïdes (*Quercitine*, *Kaempférol*, *Lutéoline.*, *Apigénine* et *Quercétine 3OR'* dans des feuilles de *Nerium oleander* qui est une plante de la famille Apocynaceae. Les effets des Phytoconstituants de cette plante sont exprimés par l'extrait hydrologique des feuilles de laurier-rose *Nerium oleander* qui sont toxiques pour les larves de Rhizotrogini (Coleoptera Scarabaeidae). Cette toxicité s'exprime par l'inhibition de l'AchE et la variation du taux de Protéines.

Mots clés: larves de Rhizotrogini, Nerium oleander, Toxicité.

Theme

Effects of Phytoconstituants of Nerium Oleander (Apocynaceae) on white grubs Rhizotrogini (Coleoptera Scarabaeidae)

Summary :

The realization of this thesis allowed us to collect information on an ecological study of the devastating species of crops in general and especially of the cereal crops. This is materialized by the determination of two species belonging to the order Coleoptera and the family Scarabaeidae. These are *Pseudoapterogyna tusculus* Buquet and *Pseudoapterogyna dispar* Buquet. However, a systematic analysis of the larvae of Rhizotrogini allowed us to establish a recency of the forms of the anal shield (Raster). This will allow agricultural systematians and technicians to determine the Rhizotrogini species based on the shape of the raster. The use of thin-layer chromatography and mass spectrophotometry enabled us to carry out a phytochemical study in which five flavonoid molecules (Quercitine Kaempferol Luteoline, Apigenin and Quercetin 3OR in Nerium oleander Plant of the family Apocynaceae. The effects of phytocoants of this plant are expressed by the hydrological extract of the Nerium balsam leaves which are toxic to the larvae of Rhizotrogini (Coleoptera Scarabaeidae). This toxicity is expressed by the inhibition of the AchE and the variation of the Protein level.

Key words: Rhizotrogini larvae, Nerium oleander, Toxicity.

ملخص:

آثار المكونات الكيميائية لنبات الدفلة (دلفية) *Nerium oleander* على اليرقات البيضاء *Rhizotrogini*

تحقيق هذه الأطروحة سمح لنا لجمع المعلومات على دراسة بيئية من الأنواع المدمرة للمحاصيل بشكل عام وخاصة للمحاصيل الحبوب. ويتحقق ذلك عن طريق تحديد نوعين تابعين للنظام *Coleoptera* *Pseudoapterogyna dispar* BUQUET و *Pseudoapterogyna tusculus* BUQUET. ومع ذلك، فإن التحليل المنهجي لليرقات *Rhizotrogini* يسمح لنا لتأسيس حداثة من أشكال الدرع الشرج (النقطية). وهذا سوف يسمح *systematicians* الزراعية والفنيين لتحديد الأنواع *Rhizotrogini* بناء على شكل خطوط المسح. استخدام اللون طبقة رقيقة والقياس الطيفي الشامل مكنتنا من إجراء دراسة الكيمياء النباتي فيها خمسة جزيئات الفلافونويد (Quercitine Kaempherol Luteoline، ابينين وكيرسيتين OR3 في الدفلة نبات من العائلة دلفية. وأعرب عن آثار *phytocoants* من هذا النبات من قبل استخراج الهيدروولوجية للأوراق بلسم *Nerium* التي هي سامة بالنسبة لليرقات *Rhizotrogyni* (مغمدات جعليات). ويتم التعبير عن هذه السمية عن طريق تثبيط أستيل والتغير في مستوى البروتين.

الكلمات الرئيسية: *Rhizotrogini* اليرقات، *Nerium oleander* الدفلة، سمية

Thèse de Doctorat
Présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat es Sciences
Option : Entomologie
Effets des Phytoconstituants du *Nerium oleander* (Apocynacées) sur les
vers blancs (*Rhizotrogini Coleoptera Scarabaeidae*)
MADACI Brahim

La réalisation de cette thèse nous a permis de recueillir des informations sur une étude écologique des espèces dévastatrices des cultures en général et surtout des cultures céréalières. Ceci est matérialisé par la détermination de deux espèces appartenant à l'ordre Coleoptera et la famille Scarabaeidae. Il s'agit de *Pseudoapterogyna tusculus* Buquet et *Pseudoapterogyna dispar* Buquet.

Cependant, une analyse systématique des larves de *Rhizotrogini* nous a permis d'établir un recensement des formes du bouclier anal (Raster). Cela permettra aux systématiciens et aux techniciens de l'agriculture de déterminer les espèces de *Rhizotrogini* sur la base de la forme du raster.

L'utilisation de la chromatographie en couche mince et de la spectrophotométrie à UV-Visible nous a permis de réaliser une étude phytochimique dans laquelle cinq molécules de flavonoïdes (Quercitine, Kaempférol, Lutéoline, Apigénine et Quercétine 3OR) dans des feuilles de *Nerium oleander* qui est une plante de la famille Apocynaceae.

Les effets des Phytoconstituants de cette plante sont exprimés par l'extrait hydrologique des feuilles de laurier-roses *Nerium oleander* qui sont toxiques pour les larves de *Rhizotrogini* (Coleoptera Scarabaeidae). Cette toxicité s'exprime par l'inhibition de l'AchE et la variation du taux de Protéines.

Mots clefs : larves de *Rhizotrogini*, *Nerium oleander*, Toxicité.

Devant le jury :

PRESIDENT : KHELIFI Douadi	Prof Université des Frères Mentouri Constantine 1
DIRECTEUR DE THÈSE : MERGHEM Rachid	Prof Université des Frères Mentouri Constantine 1
EXAMINATEUR : SOLTANI Nouredine	Prof Université Badji Mokhtar Annaba
EXAMINATEUR : BOUDJELIDA Hamid	Prof Université Badji Mokhtar Annaba
EXAMINATEUR : HARRAT ABOUD	Prof Université des Frères Mentouri Constantine 1
EXAMINATEUR : BERCHI SALIMA	Prof Université de Constantine 3

Juin 2017