REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Département des sciences de la nature et de la vie



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de Master

En sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Phytopathologie

Thème :

Utilisation des bio-produits comme alternatif aux insecticides synthétique pour la protection des denrées stockées.

Présenté par :

Guettou Meriem.

Ziouere Amina.

Soutenue le : 07 /07/2019.

Devant le jury composé de :

Présidente	MOSTEFAOUI.H.MCB.	Université de Médéa
Promoteur	TCHAKER.F.Z. MAB.	Université de Médéa.
Examinatrice	BENDOUMIA.H. MAB.	Université de Médéa
Examinatrice	BENLAMEUR.Z. MAB.	Université de Médéa.

Année universitaire 2018/2019.

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour faire notre travail.

Toute ma reconnaissance va à mon promoteur Melle TCHAKER F.Z. pour sonencadrement ainsi que pour l'encouragement, sa patience, son aide et ses précieux conseils dont j'ai eu la chance d'en profiter, ainsi que pour sa disponibilité tout le long du travail jusqu'à l'élaboration de ce document.

Mes vifs remerciements vont à **Mme MOUSTFAOUI** qui me fait l'honneur de présider le jury. Je teins également à remercier **Mme BENDOUMIA** et **Mme BENLAMEUR** qui sont accepté de participer à ce jury et d'examiner ce mémoire.

Je voulais remercier largement tout le personnel du laboratoire de SNV qui était toujours disponible et tous les étudiants.

Je remercie également tout le personnel administratif du département De SNV pour son service

En fin, à tous ceux qui ont participé de prés ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Merci ……..

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes grands chers parents ma mère ***Fatma*** *et mon père* ***Sâad*** *à ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans mes études, pour leur sacrifice et leur soutien tous au long de mes études.*

A mes chers frères ***Yassine omar ,Sidali,akram,et Salah eddine***

A MON CHER MARI ***BOUKROUBA ISMAIL***

A tout la famille ***Ziouere*** *la famille* ***Mettoui.***

A mon binôme ***Meriem Guettou***

Pour mes très chers amis : hassina ,karima firouz, meriem, ghofrane et jouba

A tous mes camarades de la promotion 2018/2019

AMINA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes grands chers parents ma mère ***AICHA*** *et mon père* ***Sâad*** *à ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je réussisse dans mes études, pour leur sacrifice et leur soutien tous au long de mes études.*

A mes chers frères ***KOKI ,NOURA, RABAH, AISSA MOHAMED ,HAMID, MOSSA et MESSOUD***

A tout la famille ***Guettou***

A mon binôme ***Amina Zioueche***

Pour mes très chers amis :

Elhem, Sabrine,Karima Meriem Firouze,Abire Aoumia et Amina.

A tous mes camarades de la promotion 2018/2019

Meriem.

RESUME

UTILISATION DES BIO-PRODUITS COMME ALTERNATIFS AUX INSECTICIDES SYNTHETIQUES POUR LA PROTECTION DES DENREES STOCKEES

La présente recherche à pour but d'estimer le pouvoir insecticide de phytopréparations à base des extraits aqueux et méthanolique issus de deux plantes qui font partie a la flore algérienne *Citrus aurantium* et *Arum italicum* à l'égard de *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*.

Les résultats ont permis de déceler un effet de choc important des extraits aqueux et méthanolique sur le taux de mortalité de *S. granarius* et *T. castaneum*. En revanche, les résultats montrent que les extraits des fruits de bigaradier donnent un effet de choc knock-down important par rapport aux extraits des feuilles de la même plante. En outre, les résultats obtenus montrent que les extraits des feuilles d'Arum sont efficaces par rapport aux extraits des tiges. Les résultats stipulent que les extraits originaires de la région montagneuse Médéa exercent une efficacité importante sur les cibles comparant aux extraits originaires de la région sub-littorale Blida. Les analyses statistiques montrent que l'extrait méthanolique a un effet plus toxique sur la disponibilité des ravageurs cibles comparé à l'extrait aqueux. Les résultats expriment une gradation positive de l'activité biocide allant des extraits issus d'Arum d' Italie puis les extraits issus de bigaradier. Les analyses dénotent, aussi, que le Tribolium subissent une forte toxicité suite à l'utilisation des traitements par comparaison au Charançon.

Mots clés:

Arum italicum; *Citrus aurantium*; Extraits aqueux ; Extraits méthanolique *Sitophilus granarius*; *Tribolium castaneum.*

Sommaire

Résume

Abstract

ملخص

Remerciement

Dédicace

Liste de figure

Liste de tableau

Lexique des abréviations

Introduction générale…… 1

Chapitre I Synthese bibliographique…… 3

I.1. Introduction……... 3

I.2. Denrées stockées……... 3

I.3.Principaux ravageurs…….. 4

I.4.charançon du blé *Sitophilus granarius*…… 5

I.4.1.Position systématique……. 5

I.4.2.Description morphologique……. 5

I.4.3.Biologie et comportement ……... 6

I.4.4.Dégâts ……. 7

I.5.*Tribolium castaneum*…… 7

I.5.1.Origine et réparation géographique……. 7

I.5.2.Position systématique……..... 7

I.5.3. Description morphologique…… 8

I.5.4.Cycle de vie……. 8

I.5.5.Pertes et dégâts…… 9

I.6.La lutte contre Les insectes des denrées stockées ……. 9

I.6.1.Lutte chimique…… 10

I.6.2.La lutte biologique…… 10

I.7.Méthodes de luttes généralité……. 10

I.7.1.Inconvénients de la lutte chimique…….. 11

I.7.2.Lutte biologique…….. 11

I.7.2.1.Définition……. 11

I.7.2.2.Diversité des produits biologiques……... 11

I.7.2.2.1.Les bio-pesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels …… 11
I.7.2.2.2.Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)……. 12
I.7.2.2.2.1. Extraits aqueux ……..... 13
I.7.2.2.2.Les huiles essentielles …… 13
I.7.2. 3.les avantages de la lutte biologique……. 14
I.7.2.3.1.Environnementaux de la lutte biologique…… 14
I.7.2.3.2. Inconvénients, risques et limites de la lutte biologique…… 14
Chapitre II matériels et méthodes…… **16**
II.1 Introduction……. 16
II.3. mariales biologique……. 16
II.2. L'objectif…… 17
II.3.1.Matériel végétal…… 17
II.3.1.1.*arum italicum*……. 17
II.3.1.2.*Citrus aurantium*…… 18
II.3.2.Matérielanimal……... 19
II.4.Méthodesdepréparation despoudres……. 20
II.4.1.Extractionméthanolique …….. 20
II.4.2.Préparationdel'extraitaqueux…… 21
II.4. Méthodologie de travail ……. 23
II.4.1.Détermination de taux d'humidité…….. 23
II.4.2.Détermination du rendement……..... 25
II.4.3.Détermination de l'indice d'ac Détermination du rendement édité PH 25
II.4.4.Dispositif expérimental, techniques de traitements…… 26
II.4.5.Estimation du taux de mortalité**…….....** 27
II.4.6.Détermination de la DL 50 et de la TL 50 **……..** 27
II.4.6.1. Détermination de la dose létale (DL50)…….…… 27
II.4.6.2. Détermination du temps létal (TL 50)…… 29
II.5.L'analyse statistique……. 29
Chapitre.III.Résultats…… 31
III.1.Test phytochimique…… 31

III.1.1.Le taux de d'humidité…… 31
III.1.2. Le Rendement……. 32
III.2.Évaluation de l'efficacité des phytopréparations à base d'extraits aqueux et des extraits méthanolique sur le charançon de blé *Sitophilus granarius*…… 33
III.2.1.Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Citrus aurantium* sur *Sitophilus granarius* 33
III.3.Évaluation de l'efficacité des phytopréparations à base d'extraits aqueux et des extraits méthanolique sur le tribolium *Tribolium castaneum* ……. 45
III.3.1Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Citrus aurantium* sur *Tribolium castaneum* 45
III.3.2.Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Arum italicum* sur *Tribolium castaneum.* 49
III.4. Effet comparé des phytopréparation appliquées sur le taux de mortalité des ravageurs étudiés…… 52
CHAPITRE IV DISCUSSION……. 60
IV.1.Rendement et taux d'humidité …… 60
IV.2.Évaluation de l'activité insecticide des phytopréparations sur le taux de mortalité de deux ravageurs étudiés…… 61
CONCLUSION
Références bibliographiques
Annexes

Liste de figure

Figure .I.1. Trois espèces d'insectes ravageurs rencontrées dans les denrées stockées 4

Figure. I. 2. Charançon du blé Sitophilus granarius 6

Figure I.3. Durée d'évolution des différents stades du *Sitophilus granarius* 6

Figure I.4. Larve du *Sitophilus granarius* dans un grain de blé 7

Figure I.5. Œufs, larve, nymphe et Adulte de *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797, Camara, 2009) 8

Figure I.6. Cycle de vie *Tribolium Castaneum* sur la semoule dans les conditions de laboratoire. 9

Figure II.1. A*rum italicum* (originale 2019). 18

Figure II.2.*Citrus aurantium* (originale, 2019). 19

Figure II. 3 Séchage des plantes étudiées. 20

Figure II. 4. Protocole de l'extraction Méthanolique (original 2019). 22

Figure II.5. Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués. 24

Figure II. 6. protocole pour calculé le rendement et la conservation de extrait (Original 2019. 25

Figure. II.7. PH-mètre (Originale, 2019). 26

Figure. II.8. dispositif expérimental des traitements appliqués (Originale, 2018). 28

Figure. II.8. dispositif expérimental des traitements appliqués (Originale, 2018). 31

Figure. III.2 Rendement en extraits aqueux et en extraits méthanolique de *Citrusaurantium* et d'*Arum italicum* **a : *Citrus aurantium ;* b: *Arum italicum.*** 32

Figure III.3. Évolution temporelle du taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des extraits à base de bigaradier appliqués. 35

Figure III.4. Projection de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des traitements à base de bigaradier sur les deux axes de l'ACP. 36

Figure III.5. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des différents extraits de *Citrus aurantium* appliqués . 37

Figure III.6. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de *Sitophilus granarius* . 38

Figure III.7. Évolution temporelle du taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des extraits à base de bigaradier appliqués**.** 41

Figure III.8. Projection de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des traitements à base d'Arum sur les deux axes de l'ACP. 43

Figure III.9. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués . 44

Figure III.10. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués. 45

Figure III.11. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différents extraits de bigaradier appliqués. 47

Figure III.12. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum.* 48

Figure III.13. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués. 50

Figure III.14. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum.* 52

Figure III. 15. Etude comparée de la toxicité de deux plantes appliquées *Citrus aurantium* et *Arum italicum.* 53

Figure III. 16. Etude comparée de l'effet des extraits de différentes plantes sur le taux de mortalité des deux ravageurs *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum* 53

Liste des Tableaux

Tableau II.1.	Table de transformation des pourcentages en probit (Cavelier, 1976).	29
Tableau III. 1.	Effet des phytopréparations à base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité du charançon de blé *Sitophilus granarius.*	33
Tableau III.2.	Effet des phytopréparations à base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité du charançon de blé *Sitophilus granarius.*	39
Tableau III. 3.	Effet des phytopréparations à base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité du Tribolium *Tribolium castaneum.*	46
Tableau III. 4.	Effet des phytopréparations à base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité du Tribolium *Tribolium castaneum.*	49
Tableau III. 5.	Dose létales des différents temps pour les différents extraits appliqués sur Sitophilus granarius.	55
Tableau III.6.	Dose létales des différents temps pour les différents extraits appliqués sur *Tribolium castaneum.*	56
Tableau III.7.	Temps létal des différentes doses pour les différents extraits appliqués sur *Sitophilus granarius.*	58
Tableau III.8.	Temps létal des différentes doses pour les différents extraits appliqués sur *Tribolium castaneum.*	58

Lexique des abréviations

BG :Begaradier

C° : Degré selcus

EAQ : Extrait aqueux

EMeOH : Extrait methanolique

FE : Feuille

FR : Fruit

H (%) : Taux d'humidité exprimé en pourcentage

PT : Plante toxique

T° : Température

TG : Tige

D1, D2, D3, D4 : Dose de traitement

DL50 : dose létal pour tuer 50% de population

DL90 : dose létal pour tuer 90% de population

TDL : Temps de liberté

TL50 : Temps d létal pour tuer 50% de population

TL90 : Temps d létal pour tuer 90% de population

Introduction générale

L'agriculture biologique reste une source alimentaire pour tous les êtres vivants parmi lesquelles l'Homme, principal élément dans la chaine alimentaire. L'Homme doit donc maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale qui est passée de 2,5 en 1950 à près de 7 milliards de personnes ces dernière années, qui ont tous besoin de se nourrir (Delimi et *al*., 2013).

L'Algérie est confrontée à un déficit alimentaire lié à l'accroissement démographique d'une part et aux faibles rendements des récoltes, d'autre part, résultats de l'interaction d'un certain nombre de facteurs liés notamment au climat (Anonyme, 2004). Ce déficit de ressources alimentaires est comblé depuis toujours par des importations massives, notamment de céréales et ainsi de stocker des aliments dans de meilleurs conditions (Talla Guèye et *al*., 2011). Les denrées stockées constituent le groupe de produits agricoles les plus échanges sur les marches internationaux. De ce fait, on se trouve dans l'obligation de lutter contre des espèces parasites qui sont en compétition alimentaire avec l'espèce humaine.

Les pertes les plus importantes sont causées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Alzouma et *al.*, 1994). Parmi les coléoptères, le charançon du blé (*Sitophilus granarius*) (Coleoptera: Curculionidae) est universellement reconnue comme l'un des plus dévastateurs des céréales entreposées, non seulement en raison de sa propre consommation, mais aussi parce qu'elle ouvre en plus la porte à tout un ensemble de détritivores dont le plus fréquent est le *Tribolium* rouge de la farine (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) qui parachève les dégâts (Markham et *al.*, 1994; Throne, 1994).

Face à la voracité des phytophages, le recours aux pesticides de synthèse est considéré comme l'arme la plus efficace et la plus fiable pour faire face à la nuisibilité des ravageurs des plantes et des denrées alimentaires stockées. Des recherches de toxicologie, révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement d'après Taibi et *al*. (2003). Ces dangers ont conduits l'OMS (Organisation Mondiale de la Sante) a interdire l'usage de certains insecticides chimiques. De ce fait, plusieurs autres méthodes de lutte intégrée se sont développées, entre autres, la lutte biologique en utilisant des substances naturelles actives, non polluantes, pour une lutte moins nocive. En théorie, la dénomination « insecticide bio » indique que le produit est utilisable en agriculture biologique soit pour le traitement des plantes soit pour le traitement des bâtiments (Benayad .2008Taibi et *al*., 2003).

De ce fait, les extraites des plantes sont utilisées a l'heure actuelle, pour leurs effets insecticides et elles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques agissant comme insecticides.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à évaluer le pouvoir insecticide des phytopréparation (extraits aqueux, extraits méthanolique) issus de la plante très fréquente dans la région méditerranéen *Arum italicum* et *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de deux ravageur des denrées alimentaire l'un est primaire *Sitophilus granarius* et l'autre est secondaire *Tribolium castaneum.*

Notre travail est structuré comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique des deux bio-agresseurs étudiés *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum* et les moyens lutte;
- Le deuxième chapitre présent les différents matériels et méthodes utilisées au cours de cette investigation ;
- Les résultats et leur discussion sont exposés au troisième et au quatrième chapitre ;
- en fin, une conclusion générale clôture le travail en présentant les principaux résultats obtenus et leurs perspectives.

CHAPITRE I
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Introduction

Les céréales occupent une place stratégique dans l'économie Algérienne car elles constituent l'aliment de base pour la population. En effet, les céréales et leurs dérives fournissent plus de 60% de l'apport calorique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. La production céréalière ne couvre que 30% des besoins nationaux (Anonyme, 2004). Face à cette situation, l'Etat Algérien a recours à des importations de céréales exotiques qui atteignent ces dernières années 70%. Cette production nationale reste insuffisante par rapport aux besoins humains et animaux. Malheureusement, de nombreux agents de détériorations (vertébrés, insectes, moisissures, acariens,…) sont la cause de la perte d'une grande partie des récoltes de céréales (Leszkowicz, 1999).

Les réponses apportées pour combattre ces ennemis naturelles est particulièrement les insectes, principaux déprédateurs des stocks, ont été essentiellement chimiques. Cependant, compte tenu des nuisances associées à l'utilisation des pesticides, sélection de souches résistantes, pollution de l'environnement, intoxications, la recherche d'alternatives s'impose. Il est fait état des différentes méthodes de protection des stocks pratiquées en alternative ou combinées avec les pesticides (Talla Gueye *et al*., 2011).

I.2. Denrées stockées

Les denrées stockées constituent le groupe de produits agricoles les plus échanges sur les marches internationaux. Le stockage des semences est une étape délicate qu'il faut préparer et surveiller afin d'éviter en particulier que les ravageurs ne s'installent et ne déprécient la récolte. Plusieurs méthodes de lutte préventives et curatives sont possibles tout au long du stockage (Ndiaye, 1999).

Les légumineuses alimentaires et les céréales sont aussi soumises, durant la période de stockage, à des agressions d'origine abiotique (température, humidité relative….) et biotiques (insectes, acariens, micro-organismes,….) qui entrainent des pertes importantes ainsi qu'une chute conséquente des qualités agronomiques et organoleptiques de ces derniers (Ndiaye, 1999).

Beaucoup de travaux font référence à l'attaque et à la déperdition des stocks de céréales et de légumineuses par les insectes (Ashamo, 2006 ; Talla Gueye *et al*., 2011). Ils sont responsables sous les tropiques de pertes pouvant dépasser 30 %.

I.3. Principaux ravageurs des denrées stockées

Il est à noter, que les insectes sont les principaux ravageurs des denrées stockées. Ils peuvent causer des dégâts considérables au niveau des stocks. En effet, la connaissance de ces ravageurs et leur biologie est le premier élément pour diminuer les dégâts**.** Ces insectes nuisibles peuvent être répartis en plusieurs ordres dont les plus fréquents sont les coléoptères et les lépidoptères (Delobel et Tranc, 1993, Alzouma *et al*., 1994).

Deux types d'insectes ravageurs des semences stockées sont distingués, les ravageurs primaires (appelés aussi « à formes cachées ») et les ravageurs secondaires (appelés aussi « à formes libres »). Les ravageurs primaires sont les plus dangereux car ils effectuent leur cycle exclusivement sur le grain et sous forme cachée. On peut notamment retrouver le charançon des grains (*Sitophilus granarius*), le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*) ou encore le capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*). Les ravageurs secondaires sont opportunistes. Ils se nourrissent des grains déjà endommagés, cassés ou moisis. Les *Tribolium* sombre et roux (*Tribolium confusum* et *Tribolium castaneum*), le Silvain (*Oryzaephilus surinamensis*) ou encore le cucujide roux (*Cryptolestes ferrugineus*) sont des ravageurs secondaires des denrées stockées (Delobel et Tranc, 1993, Alzouma *et al*., 1994) (Figure. I.1).



Sitophilus granarius *Tribolium confusum* *Tribolium castaneum*

Figure .I.1. Trois espèces d'insectes ravageurs rencontrées dans les denrées stockées. (Alzouma *et al*., 1994).

I.4. Charançon du blé *Sitophilus granarius*

Dans cette partie, le ravageur *Sitophilus granarius* est traité.

1.4.1. La position systématique

Selon Hoffmann (1954) et Borror et al (1981), la position systématique de *Sitophilus granarius* L. est la suivante:

Embranchement :	Arthropodes
SI Embranchement :	Antennates
Classe :	*Insectes*
Sous-classe :	*Ptérygotes*
Super-ordre :	*Coléoptéroïdes*
Ordre :	*Coléoptères*
Sous-ordre :	*Polyphaga*
Super-famille :	*Phytophagoidea*
Famille :	*Curculionidae*
Sous-famille :	*Rhynchophorinae*
Genre :	*Sitophilus*
Espèce :	*Sitophilus granarius*

I.4.2. Description morphologique

Les charançons du genre *Sitophilus*, autrefois appelés «Calandres», sont de Petits insectes de 2 à 4 mm de long qui se développent sur les graines des céréales (Figure. I.2). Ce genre compte 15 espèces décrites dont 6 espèces principalement étudiées : *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Sitophilus linearis, Sitophilus rugicollis* et *Sitophilus vateriae* (Plarre, 2010).

Ces espèces sont peu spécialisées et une même espèce de Charançon peut se développer sur plusieurs espèces céréalières. Elles sont cosmopolites et ont colonisé les milieux agricoles de tous les continents, mais sont plus fréquentes dans les régions tropicales (Vigneron, 2012).



Figure. I. 2. Charançon du blé *Sitophilus granarius*(*Alzouma et al., 1994).*

I.4.3. Biologie et comportement

La copulation a lieu quelques jours après l'éclosion des adultes. Afin de pondre (200 à 300 œufs), la femelle creuse un petit conduit dans le grain, y pond et obture l'orifice avec un tampon qu'elle sécrète (Figure. I.3. et I.4.). La larve sortie de l'œuf commence à s'alimenter et vide partiellement le grain de blé au fil de son évolution. La nymphose s'effectue également dans cette chambre et le jeune charançon y demeure encore quelques jours jusqu'au durcissement. Il perce ensuite le grain pour sortir. La larve apode a besoin d'un appui pour s'alimenter. Les imagos ne peuvent voler car les ailes arrière leur font défaut

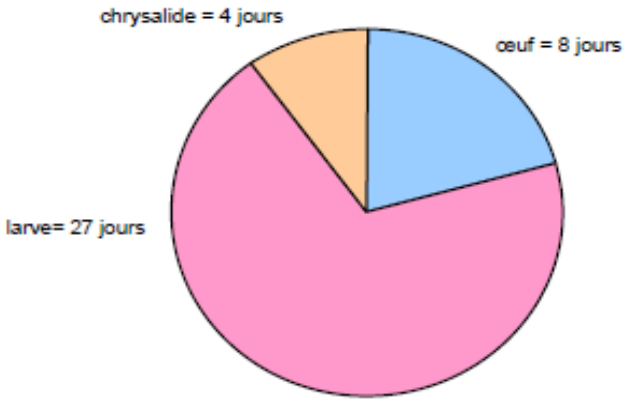


Figure I.3. Durée d'évolution des différents stades du *Sitophilus granarius* (Alzouma *et al*., 1994).



Figure I.4. Larve du *Sitophilus granarius* dans un grain de blé**(Plarre, 2010).**

I.4.4. Dégâts

Les larves vident les grains de blé. Les imagos les vident également. En sa qualité de nuisible primaire, il ouvre souvent la voie à d'autres nuisibles. Il cause de véritables foyers. Il porte atteinte à la qualité de la farine **(Plarre, 2010).**

I.5. *Tribolium castaneum*

Dans cette partie, le ravageur *Tribolium castaneum* est traité.

I.5.1. Origine et réparation géographique

Tribolium castaneum est une espèce cosmopolite, distribuée dans le monde entier qui selon (Lepesme ,1944) est probablement originaire de l'inde. On le trouve dans toutes les parties du monde. Sous les climats froids, uniquement dans les stockages à température élevée (AZIEZ *et al*., 2003).

I.5.2. Position systématique

D'après Grasse (1957) et Grasse et *al* (1970), la position systématique de *Tribolium castaneum* est la suivante:

Embranchement	: Arthropodes.
Classe	: Insectes.
Ordre	: Coléoptères
Sous Ordre	: Polyphaga.
Famille	: Tenebrionidae.
Sous Famille	: Ulominae
Genre	*: Tribolium*.
Espèce	*: Tribolium castaneum* **(Herbst).**

I.5.3. Description morphologique de *Tribolium castaneum* Herbst

L'Adulte de *Tribolium castaneum* mesure de 2,3 à 4,5 mm, de couleur brun rougeâtre, la tête et la partie supérieure de thorax sont couvertes de minuscules ponctions et ailes élytres sont striées sur toute leur longueur, l'antenne sont agrandies à la pointe capitale avec yeux sont de couleur rouges, noir (Figure. I.5). (Delobel et *al*, 1993)

Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. À 30°C. La vie larvaire dure à peu près trois semaines. L'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33 °C, son développement cessant au-dessous 3 mm 6 de 22 °C et qui résiste très bien aux basses hygrométries (Delobel et Tran, 1993 ; Cruz *et al.,* 1988).

Les œufs ont une longueur d'environ 0,5 mm, cylindrique et blanc ou incolore, ils sont collants qui les fait se couvrir de farine et coller aux récipients. Contrairement le *Tribolium confusum,* espèce voisine, le chaperon ne dépasse pas l'œil latéralement, les larves est environ huit fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, la tête est brun pâle (Delobel et Tran, 1978).



Figure I.5. Œufs, larve, nymphe et Adulte de *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797, Camara, 2009)

I.5.4. Cycle de vie

La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques (Figure. I.6.). Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphoses sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation. C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33 °C, son développement cessant au-dessous 3mm 6 de 22 °C et qui résiste très bien aux basses hygrométries. La femelle pond entre 500 et 800 œufs.

La durée du cycle dure environ un mois. La longévité de l'insecte est de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques (Delobel et Tran, 1993 ; Cruz *et al.*, 1988).

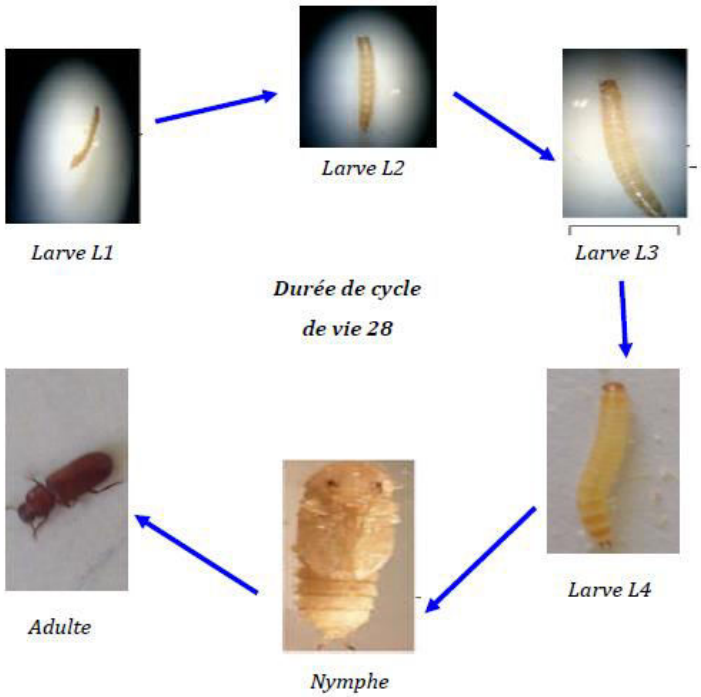


Figure I.6. Cycle de vie *Tribolium Castaneum* sur la semoule dans les conditions de laboratoire. , (Camara, 2009

I.5.5. Pertes et dégâts

Le *Tribolium* recherche surtout les denrées amylacées pulvérulentes comme la farine, le son, etc. (Lepesm, 1944). Ce parasite infeste le riz, mais, sorgho, millet, les légumineuses, le manioc et farine de manioc et l'igname. Les adultes et larves se nourrissent surtout des brisures, ils Attaquent les grains endommages, ils affectionnent les germes des grains (Robiche *et al.,* 2002).

Selon David (1978), les adultes mais aussi les larves se nourrissent tout d'abord du germe puis de l'entreposage ce qui permet aux insectes de proliférer, cela entraine une augmentation de la température dans l'entrepôt, favorisant davantage la prolifération des parasites, les aliments peuvent prendre une coloration rosée quant un nombre important d'insectes sont présents. D'après Steffan (1978), ils sont très polyphagies, ce sont des lithophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures, elles attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons ou parachèvent leurs dégâts.

Adultes et larves sont capables de cannibalisme vis -à-vis des œufs et des nymphes. Ils peuvent se nourrir de champignons qui pourraient envahir le stock et d'une infinie variété de matières végétales sèches et sont toujours présents dans les stocks.

I.6. La lutte contre les insectes des denrées stockées

On peut considérer le grain en stock comme étant un organisme vivant. Il lui faut par conséquent les soins indispensables à tout organisme qui respire, se nourrit et possède des potentialités de croissance, de développement et de mortalité.(Steffan.1978)

Les conditions de l'environnement de stockage doivent viser à amoindrir les activités des facteurs de détérioration (température, humidité, moisissures, insectes, rongeurs, etc.) à travers des actions préventives ou et curatives, Diverses techniques existantes permettent de protéger les grains entreposés contre les ravageurs, d'en préserver la quantité et la qualité. Elles vont des technologies traditionnelles (exposition au soleil, fumage) à celles plus élaborées et modernes (dépistage électroacoustique, lutte biologique et génétique) .(Steffan.1978)

Cependant aucune méthode qui soit à elle seule n'est efficace dans le cadre de la conservation rationnelle des grains en stock. (Steffan.1978)

Les différentes méthodes doivent se compléter et les choix doivent tenir compte du contexte socio-économique local, des problèmes de ravageurs et des spécifications techniques.(Steffan.1978)

I.6.1. Lutte chimique

Dans la lutte chimique, deux groupes de produits sont essentiellement utilisés : les insecticides de contact pénétrant dans les tissus de l'insecte après avoir traversé la cuticule, et les fumigants qui agissent sur le système respiratoire (Champ et Dyte, 1978).

I.6.2. lutte biologique

La nécessité de disposer de moyens de lutte différents de ceux du contrôle chimique conventionnel des ravageurs des denrées stockées se fait de plus en plus urgente devant les problèmes de résistance aux insecticides de contact et aux fumigants posés par certaines espèces d'insectes. Des résultats intéressants ont été enregistrés ou sont attendus dans les domaines des entomophage et des entomopathogènes (Champ et Dyte, 1978; Subramanyam et Hagstrum, 1995).

I.7. Méthodes de lutte

L'homme cherche depuis tout temps à réduire de développent des organismes nuisibles proliférant dans son environnement avec utilisation des défirent méthodes possibles afin de repousser les ravageurs : les méthodes mécaniques, physiques, chimiques et biologiques

I.7.1. Inconvénients de la lutte chimique

La lutte chimique est la plus connue des méthodes répressives. Elle est utilisé pour les traitements des produits stockés tels que : les semences ou les céréales conservées qui peuvent être altérés par des moisissures, des champignons ou encore détruits par certains insectes (Vincent et Coderre, 1992).

La lutte chimique est efficace et facile à appliquer, mais a de nombreux inconvénients : elle favorise la formation de races résistantes chez les déprédateurs, diminue les populations de leurs ennemis naturels, pollue très largement le milieu, y compris l'alimentation humaine et amoindrit la biodiversité. Dans un nombre croissant de pays, elle est d'ailleurs interdite, ou n'est applicable qu'après autorisation. Ses effets secondaires obligent souvent à répéter les traitements. L'emploi de pesticides à faible rémanence n'apporte qu'un avantage mineur. Par contre, les pesticides spécifiques seraient une réponse nettement plus efficace - souhait auquel répondent les biopesticides (Vincent et Coderre, 1992).

I.7.2. Lutte biologique

Dans cette partie, la lutte biologique est traitée.

I.7.2.1. Définition

La définition adoptée par l'Organisation internationale de la lutte biologique (OILB) est : « utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité ». Ou la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants pour contrôler ou combattre un ravageur (AAC, 2009).

I.7.2.2. Diversité des produits biologiques

I.7.2.2.1. Les bio-pesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels

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 (Lingg et Bulla, 1983 *in* Tchaker, 2011). 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 (Cuneningham, 1988 *in* Tchaker, 2011).

Les bactéries sont les micro-organismes les plus souvent associés aux insectes (Poinar et Thomas, 1985 *in* Tchaker, 2011). Une centaine d'espèces sont spécifiquement entomopathogènes mais seulement quelques types ont été considérés pour la production de biopesticides (Miller et al, 1983 *in* Tchaker, 2011). Le bacille le plus connu est sans contredit le *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui accapare environ 90% du marché des biopesticides (Yamamoto, 2001).

Environ 700 espèces de champignons sont capables d'infecter des insectes. *Beauvaria bassiana* est sans contredit le champignon le plus exploité considérant la grande diversité de ravageurs visés (doryphore de la pomme de terre, pyrale du maïs, piéride du chou, thrips des petits fruits, … etc) (Boiteau, 1988) et des recherches intéressantes sont également menées avec *Verticillium lecanii* pour la répression des homoptères ou des thrips en serre (Hussey, 1985 *in* Tchaker, 2011).

Les ennemis naturels regroupent les parasitoïdes et les prédateurs. Le terme «parasitoïde» fait référence à des entomophages intermédiaires entre les parasites et les prédateurs tandis que les «auxiliaires de lutte» font référence aux insectes parasitoïdes et aux arthropodes prédateurs (Waage et Greathead ,1986 *in* Tchaker, 2011).

Plus de 15 000 espèces d'insectes sont parasitiques et la majorité d'entre elles le 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.

I.7.2.2.2. Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)

La pharmacopée est en grande partie issue des plantes, même si les laboratoires ont par la suite isolé les molécules intéressantes et appris à les synthétiser. De même, des substances insecticides issues du monde végétal ou animal ont supplanté des produits très toxiques utilisés auparavant comme le DDT et les organochlorés, en réduisant drastiquement les effets secondaires. Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (Grainge et Ahmed, 1988 *in* Tchaker, 2011).

Dès l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient des plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic (Nas, 1969 *in* Tchaker, 2011). Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum* sp. comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (Schmutterer, 1992 *in* Tchaker, 2011). Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) est répertoriée depuis au moins 4000 ans (Larson, 1989). Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels (Weinzeirl, 1998 *in* Tchaker, 2011).

I.7.2.2.2.1. Extraits aqueux

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Gomez, et al ., 1997).

Actuellement, on rapporte que 2121 espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire ; un total de 1005 espèces identifiées, présentent des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétissantes, 297 possédant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 avec des propriétés de stimulateurs de croissance (Ranasingh Nirakar, 2007).

A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (Gottlieb, et *al*., 2002). Toute substance biologiquement active est susceptible, à fortes doses ou à faibles doses et pour une administration prolongée de produire des effets indésirables, voire nocifs. Les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter

I.7.2.2.2.2. Les huiles essentielles

L'huile essentielle est définie dans le contexte de la certification (Swisseo, 2005) comme l'extrait naturel de plantes ou d'arbres aromatiques obtenu par distillation à la vapeur d'eau. Autrement dit l'huile essentielle est l'essence distillée, l'essence étant la sécrétion naturelle élaborée au sein des organes producteurs des plantes aromatiques. Chimiquement, une huile essentielle est constituée exclusivement de molécules aromatiques à condition que sa pureté soit totale et qu'elle ait été distillée convenablement. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire extrêmement puissants (Swisseo, 2005).

L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes remonte aux anciennes civilisations, tout d'abord en Orient et au Moyen Orient, et par la suite au nord de l'Afrique et en Europe (Franchomme *et al.,* 1990). En effet, ces dernières années font partie des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatrice (Keïta et *al*., 2000).

I.7.2.3. Les avantages de la lutte biologique

La lutte biologique présente de nombreux avantages des points de vue environnementaux et économiques.

I.7.2.3. 1. Environnementaux de la lutte biologique

Les avantages de la lutte biologique est relatif à la spécificité des agents utilisés : bien que les pesticides soient de plus en plus spécifiques, les agents de lutte biologique s'attaquent souvent à un éventail étroit d'organismes, parfois un seul. Les effets sur les organismes non ciblés sont ainsi réduits en grande partie, sur le site comme plus loin. Comme les risques pour la santé humaine sont moindres, les risques à l'épandage le sont aussi. Également, contrairement aux pesticides, les auxiliaires de lutte ne laissent pas de résidus potentiellement toxiques sur les aliments, ce qui réduit encore plus les effets sur les consommateurs (AAC, 2009).

I.7.2.3.2. Inconvénients, risques et limites de la lutte biologique

La lutte biologique n'est pas parfaite et présente des inconvénients non négligeables. Le principal inconvénient environnemental est plutôt un risque qui était plus présent anciennement mais qui perd de l'ampleur (AAC, 2009).

Lors de l'introduction d'un organisme qui n'est naturellement pas présent dans un milieu à des fins de lutte biologique classique, il est essentiel de s'assurer qu'il ne s'attaque qu'au ravageur ciblé. Si l'auxiliaire n'est pas spécifique, il risque de s'attaquer à des espèces indigènes, de menacer la biodiversité et, ainsi, de troubler l'équilibre écologique du milieu. De tels tests de spécificité sont aujourd'hui essentiels mais ne l'étaient pas aux premiers balbutiements de la lutte biologique, ce qui a mené à des erreurs importantes. (BBERNAR.2006) .

Par exemple, avant l'introduction de l'altise contre l'euphorbe seule, des tests ont été effectués par Agriculture et Agroalimentaire Canada afin de s'assurer de sa spécificité contre la mauvaise herbe ciblée. Également, pour éviter tout effet indésirable, les auxiliaires spécifiques sont préférés aux prédateurs généralistes. (BBERNAR.2006)

Un autre risque réside dans la contamination possible des auxiliaires introduits par des pathogènes ou par leurs propres ennemis naturels. Cette opération de « purification» des auxiliaires est maintenant chose commune et essentielle à l'introduction sécuritaire des auxiliaires. La présence de contaminants pourrait réduire l'efficacité de l'auxiliaire ou nuire aux organismes indigènes et à la biodiversité.(Lepesme.1944)

Il est également possible qu'en diminuant l'abondance du ravageur ciblé, la niche ainsi libérée soit recolonisée par un nouveau ravageur. Par exemple, il est possible que l'espace laissé par une mauvaise herbe contrôlée par la lutte biologique soit repris par une autre mauvaise herbe. Il est important de tout considérer avant l'introduction et de s'assurer que le ravageur n'est pas remplacé par un autre. (BBERNAR.2006)

Finalement, la lutte biologique a comme désavantage environnemental d'être difficilement réversible. Une fois qu'un organisme est bien implanté, qu'il se reproduit et de disperse, peu de choses sont possible à faire afin de le stopper en cas d'effets indésirables. Heureusement, avec les efforts faits actuellement afin d'en connaître le plus possible sur la biologie et l'écologie de l'auxiliaire avant son introduction, les effets très négatifs sont rare. (BBERNAR.2006) .

CHAPITR II
MATERIELS ET METHODES

II.1. Introduction

Les productions agricoles destinées à la consommation humaine ou animale ont besoin d'être protégées contre des maladies ou des ravageurs, qui sont susceptibles de provoquer des dégâts souvent irréversibles. Afin de lutter contre ces ennemis, le moyen de lutte le plus utilisé est le recours à des pesticides de synthèse qui sont introduits volontairement dans le milieu en vue d'une action positive visant à protéger les cultures (Scholtus, 2004, Auberto, et *al.*, 2005).

Les pesticides étaient facilement disponibles et utilisables et leur efficacité a été pour plusieurs années fulgurantes. Cependant, si l'utilisation de ces substances actives apporte des bénéfices pour les systèmes de production agricole, elle est également à l'origine d'effets négatifs sur l'environnement (Scholtus, 2004).

Dans ce sens les options alternatives aux produits chimiques notamment, la lutte biologique par utilisation de bio-pesticides à base de substances naturelles et de micro-organismes, l'utilisation de prédateurs et de parasitoïdes peuvent diminuer les préoccupations mondiale majeure quant à la protection de l'environnement (Scholtus, 2004).

II.2. Objectif

Les biopesticides sont recherchés pour assurer une protection efficace de la production agricole d'une part, et d'autre part, contribuer à une gestion durable de l'environnement. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Larew, et Locke, 1990).

L'objectif de nos recherches est d'évaluer l'efficacité des molécules bioactives dans la protection des denrées stockes. Il s'agit de vérifier l'effet des extraits aqueux et des extraits méthanolique des fruits et des feuilles du bigaradier (*Citrus aurantium*) et celle des tiges et des feuilles d'arum (*Arum italicum*) vis-à-vis des individus de deux ravageurs redoutables primaire (*Sitophilus oryzae*) et secondaires (Tribolium *castaneum*) des denrées stockées.

II.3. Matériel biologique

II.3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal qui a été retenu pour la préparation des extraits aqueux s'est limité à deux espèces végétales fréquentes en région méditerranéenne *Citrus aurantium* (Rutaceae) et *Arum italicum* (Araceae). Les deux espèces végétales ont été utilisées comme principe actif vis-à-vis les deux ravageurs étudiés (*S. granarius* et *T. castaneum*).

Les spécimens ont été récoltés au stade de floraison (*C. aurantium*) et feuillaison (A. italicum) durant la période printanière au niveau de deux régions distinctes soumises à des conditions géo-stationnelles différentes à savoir:

La **région Montagneuse** (Médéa), située a une altitude de 981 m, une longitude 2°45′00″ E et une latitude 36°16′03″N; la température moyenne annuelle est de 14.4 °C, et les précipitations sont en moyenne de 736 mm. Compte tenu ces donnes, la région fait partie au climat tempéré chaude de type **Csa** (méditerranéen avec été chaud) (D'après: www.climat-data.org).

La **région sub-littorale** (Soumâa), est située au centre de la wilaya de Blida, à environ 20 km de la mer, à une altitude de 80 à 100 m, une longitude de 2°45'E et une latitude de 36° 35'N (Loucif et Bonafonte, 1977 in Tchaker, 2018). Les précipitations sont caractérisées par une grande fluctuation variant entre 380 mm et 787,88 mm et ont lieu durant l'hiver et le printemps. Les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures moyennes respectives de 4,49°C et 4,48°C, Les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes respectives de 37,2°C et 37,00°C. Le quotient pluviothermique d'Emberger Q_2, classe la zone de Soumâa dans l'étage bioclimatique humide à hivers doux (Tchaker, 2018).

III.3.1.1. *Arum italicum*

Arum italicum appartient à la famille Araceae et la sub-famille Aroïdeae Est une plante vivace de 20-60 cm, glabre, à tubercule gros et oblong. Les feuilles souvent veinées de blanc, sagittées de 10 à 55 cm de long portées par un pétiole deux fois plus long que le faux limbe (Monocotylédones). Celui-ci est devenu de novo large adapté à un milieu ombragé du sous bois. La floraison est une spathe colorée, ce qui inclut qu'elle peut être blanche, jaune, brune voire violette. Les fleurs sont produites dans un spadice. Les fruits sont des baies en grappe et sont orange ou rouge vif (Forziano, et *al.,* 1991, Lionel, B., 2017.). Toutes les parties de cette plante est vénéneuses la toxicité principale est exercée par les cristaux insolubles d'oxalate de calcium présents dans la plante, qui sont responsables d'un effet caustique, cette espèce contient également une saponine, alcaloïdes, conicine (Figure II. 1).



Figure II.1. A*rum italicum* (originale 2019).

III.3.1.2. *Citrus aurantium*

Le bigaradier ou oranger amer est un Arbuste atteignant 5 m à 10 m de haut, à tronc ramifié et feuillage toujours vert brillant et à la floraison abondante (Ghédira et Goetz, 2015). Ces feuilles vertes brillantes ont une odeur faible et une saveur amère, elles sont ovales, subaiguës au sommet, à pétiole articulé et plus ou moins ailée, elles mesurent environ 8cm de longueur et 4 cm de largeur. Les fleurs pouvant atteindre 25mm, sont blanches et très odorantes (Escartin, 2011), possèdent de 4 à 5 pétales imbriqués, et sont souvent recourbés vers l'arrière (Polese, 2008).

Le fruit appelé « Bigarade » est ronds parfois ovalisant ou aplatis. Tient longtemps sur l'arbre sans perdre leur parfum, les fruits sont des oranges à jus très chargé d'acidité et d'amertume. Au moins de 15 à 20 pépins par fruit. La peau rugueuse plus au moins épaisse et piquetée (Figure II. 2) (Masaoudi, 2005).

Les graines sont de couleur blanchâtre à verdâtre pâle, aplaties et angulaires. Elles sont poly-embryonnaires, ce qui signifie qu'elles ont plusieurs embryons qui peuvent germer. Les embryons sont soit Zygotiques, dérivent de la pollynisation de l'ovaire par reproduction sexuée, soit Nucellaire, provenant entièrement à partir de la plante mère et présentent des caractéristiques très similaires à la plante mère (Figure II. 2) (Polese, 2008).



Figure II.2.*Citrus aurantium* (originale, 2019)

II.3.2. Matériel animal

Le matériel biologique destiné à l'évaluation de l'efficacité des bioproduits appliqués est limité aux individus de deux ravageurs *Sitophilus granarius* (Coléoptère: Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coléoptère: Tenebrionidae) issu des stocks de l'I.T.G.C. (Institut Technique des Grandes Cultures) d'El Harrach (Alger).

L'élevage des insectes ravageurs, est réalisé au laboratoire du département des sciences de la vie et de la nature de l'Université **Dr. Yahia Farès de MÉDÉA**. L'élevage du ravageur a été réalisé dans une étuve ventillée à une température de 30°C de afin de détruire toute forme parasitaires dans une chambre d'élevage à ambiance contrôlée réglée à 28±1°C et une Humidité relative de 65%.

Les individus de *Sitophilus granarius* sont mis dans un bocal en verre contient de blé recouvert d'un filet à fines mailles maintenu par un ruban permettant la respiration des insectes et empêchant la fuite des individus alors que les individus de *Tribolium castaneum* dans un bocal en verre sur semoule.

II.4. Préparations des extraits aqueux

Deux plantes ont été sélectionnées pour l'étude, ils s'agissent d'*Arum italicum* et *Citrus aurantium.* Le matériel végétal collecté est mis en sacs en plastique étiqueté (date et lieu du prélèvement), un prélavage des spécimens est effectué à l'eau courante pour l'élimination des débris. Les compartiments de deux plantes *Arum italicum* (Feuilles et tiges) *Citrus aurantium* (Feuilles et tiges*)* ont été étales sur du papier et mis sécher à l'air libre, a l'abri de la lumière et de l'humidité et à la température ambiante. Après l'opération de séchage, les échantillons sont compressée dans un mortier manuelle puis subit un broyage afin d'obtenir une poudre plus ou moins fine a l'aide d'un mixeur électrique. La poudre obtenue est récupérer et conserver dans des bouteilles stériles dans les conditions de laboratoire jusqu'au moment de l'extraction (Figure II. 3).



Figure II. 3 Séchage des plantes étudiées(originale, 2019)

II.4.1. Extraction méthanolique

L'extraction méthanolique à été effectuée selon le protocole décrit par Hamia et *al.* (2014), avec quelques modifications.

50 g de poudre végétal ont été macérés dans 400 ml méthanol aqueux plus 100ml eau distillé dans une fiole Erlenmeyer stérile. La fiole à été recouvrée par un papier aluminium et soumise à une agitation pendant 24h à la température ambiante. Le mélange récupéré à été filtré par un papier filtre Wathman (N°1).

Le filtrat obtenu à été placé dans un ballon de rotavap RE3022C sur un bain marie de 50 °C jusqu'à l'évaporation complète du solvant puis séché à l'étuve (Figure II.4). L'extrait pure à été conservé dans une température de 0 °C jusqu'à son utilisation.

A partir des extraits méthanolique obtenus, nous avons choisi de tester la capacité biocide des fruits et des feuilles de *Citrus aurantium* et des tiges et des feuilles d'*Arum italicum* et différentes région et à différente dose.

Premièrement on a pesé 1000 mg; 500mg; 250mg et 125 mg des différents extraits puis on a mis dans des tubes à essai et on a ajouté 2ml de solvant composé d'Eau distillé avec 2% DMSO dans chaque tubes ensuite on a agité a l'aide d'un Vortex et déposer dans atomiseur pour l'utilisation.

- **Dose 1 :** 1000mg/2ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO) ;
- **Dose 2 :** 500mg/2ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO) ;
- **Dose 3 :** 250mg/2ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO) ;
- **Dose 4 :** 125mg/2ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO).

II.4.2. Préparation de l'extrait aqueux

La méthode d'extraction utilisée dans notre expérimentation est une macération aqueuse qui admets à réserver la plante en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un durée plus ou moins long, dans le but de faire libérer et extraire tout les composants actifs existants chez les différents compartiment (Feuilles, tiges et fruits) des deux plantes étudiées.

Une macération aqueuse a été effectuée où 50g de poudre de végétal a été additionné à 500ml d'eau distillé, disposée dans des flacons stériles, et soumise à une agitation pendant 24h à la température ambiante. Après l'agitation nous laissons les flacons à une température ambiante pendant 24 heures.



Figure II. 4. Protocole de l'extraction Méthanolique (original 2019).

La macération est répétée trois fois par le même solvant et le même procédé. Les homogénats ont été filtrés par le biais du papier wattman (N°1). Le filtrat obtenu à été placé dans un ballon de rotavap sur un bain marie jusqu'à l'évaporation complète du solvant puis séché à l'étuve (Nshimiyimana et He, 2010).

A partir des extraits aqueux obtenus, nous avons choisi d'effectuer la suite des analyses du pouvoir biopesticide avec quartes concentrations pour l'évaluation de l'activité insecticide vis-à-vis les cibles choisies.

Les concentrations utilisées sont:

- **Dose 1 :** 1000mg/2 ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO)
- **Dose 2 :** 500mg/2 ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO)
- **Dose 3 :** 250mg/2 ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO)
- **Dose 4 :** 125mg/2 ml (poudre végétale / Eau distillé avec 2% de DMSO)

II.4. Méthodologie de travail

A partir du matériel biologique arrêté, nous avons essayé d'estimer l'activité biocide des bioproduits sur la population de *Sitophilus granarius* et de *Tribolium castaneum*. Pour mieux visualiser les différents volets de l'étude, nous avons établi le schéma directeur (figure II.5).

II.4.1. Détermination de taux d'humidité

Le contenu en humidité des plantes a été déterminé par le procédé de séchage à l'étuve (à 105°C) et de peser chaque une heure la plante jusqu'au l'obtention d'un poids constant (La différence entre deux pesées consécutives n'est pas significative) (Simpson, 1999).

$$\mathbf{H}(\%) = (\mathbf{A} - \mathbf{B}/\mathbf{A}).\mathbf{100}$$

Avec :

- **A :** Poids de la plante fraiche.
- **B :** Poids de la plante sèche.
- **H (%) :** Taux d'humidité exprimé en pourcentage.

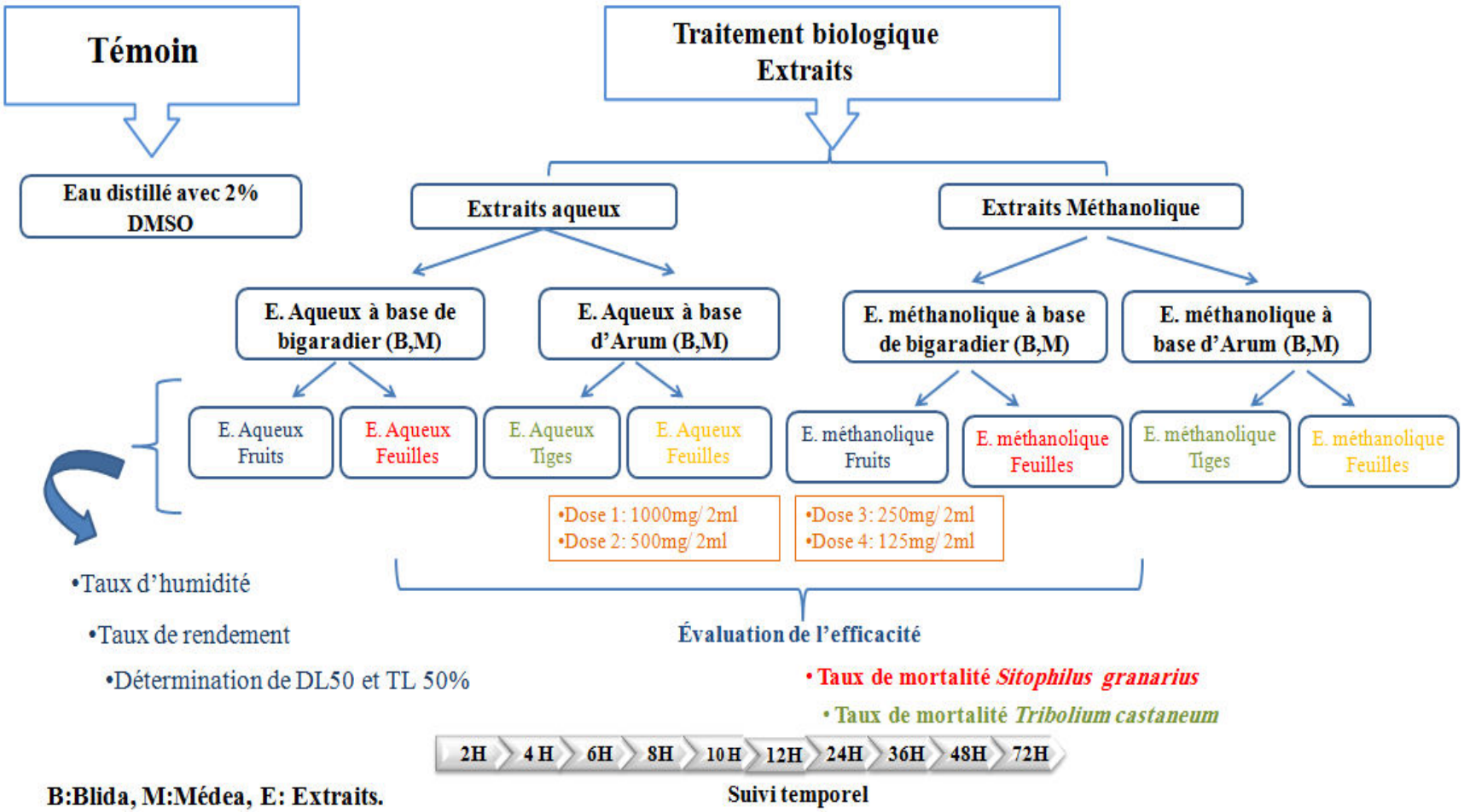


Figure II.5. Schéma récapitulatif de la logique des traitements appliqués

II.4.2. Détermination du rendement

Le rendement est la quantité d'extraction obtenue à partir d'une matière végétale, il est exprimé en % par rapport à la matière sèche initialement utilisée (Figure II.6) (Bssaibis et *al*., 2009).

R (% MS) =M1x104/ [M0 (100–H%)]

- R (% MS) : Rendement en extraits en g/100 de matière sèche.
- M1 : Quantité d'extrait récupérée en g.
- M0 : Quantité utilisée pour l'extraction exprimée en g.
- Ms : Matière sèche (MS=100–H%) H : humidité.



Figure II. 6. protocole pour calculé le rendement et la conservation de extrait (Original 2019)

II.4.3. Détermination de l'indice d'acidité PH

L'indice d'acidité de différentes phytopréparations (Extraits éthanolique, Extraits Méthanolique, Extraits aqueux et Huile essentiel) de *S. molle* a été examiné à l'aide d'un PH-mètre digital **SELECTA** (Figure II.7). Le PH des bioproduits à été ajusté par KoH et Hcl pour que tous les bioproduits devient neutres.



Figure. II.7. PH-mètre (Originale, 2019)

II.4.4. Dispositif expérimental, techniques de traitements

Dans des boites de pétri tapisser avec du papier filtre on a déposé 10 individus adulte de *Tribolium castaneum* ou *Sitophilus granarius.* Les boites de Pétri sont recouvertes avec de la moustiquaire pour éviter la fuite des insectes.

Nous avons préparé 64 extraits à base de deux espèces végétales récoltées de deux régions différentes a savoir (Figure II.8.) :

- E. aqueux à base des fruits et des feuilles de bigaradier récoltés de Médéa et de Blida à différente doses (D1, D2, D3 et D4) ;

- E. Méthanolique à base des fruits et des feuilles de bigaradier récoltés de Médéa et de Blida à différente doses (D1, D2, D3 et D4);

- E. aqueux à base des tiges et des feuilles d'Arum récoltés de Médéa et de Blida à différente doses (D1, D2, D3 et D4);

- E. aqueux à base des tiges et des feuilles d'Arum récoltés de Médéa et de Blida à différente doses (D1, D2, D3 et D4).

Pour chaque molécule bioactive extraite, nous avons exposé les individus de *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum.*

L'expérimentation a été menée en bloc à trois répétitions. Au niveau du bloc traité chaque transects a subit un apport pareille, extraits aqueux ou extraits méthanolique. Tandis qu'au bloc témoin ; une pulvérisation à l'eau distillé avec 2% de DMSO a été appliquée (Figure II.8.).

L'estimation de la toxicité de différentes extraits sur les individus de *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum* a été évaluée durant 72 Heurs à partir de la période d'application.

II.4.5. Estimation du taux de mortalité

Selon MARMONIER et *al*. (2006), le taux de mortalité est le taux de disparition d'individus dans des conditions d'environnement données (varie en fonction de la population considérée et des facteurs du milieu). Il est donné par la diminution de la population par mortalité/ variation du temps. Le pourcentage de mortalité est calculé chez les adultes de Charançon et de Tribolium par la formule suivante:

$$\textbf{Taux Mortalité } \% = \frac{\textbf{Nombre d'individus morts}}{\textbf{100Nombre total des individus}} \times \textbf{100}$$

II.4.6. Détermination de la DL 50 et de la TL 50

Après l'application des extraits aux différentes concentrations correspondant aux doses 1000mg/ml, 500mg/ml, 250mg/ml et 152 mg/ml les individus morts étaient comptés durant 72 heures. Cette expérimentation sur la toxicité a été conduite dans le but de déterminer les paramètres toxicologiques que sont la dose létale 50% (DL50) et le temps létaux 50% (TL50).

II.4.6.1. Détermination de la dose létale (DL50)

La dose létale DL50 est dans sa forme la plus simple, la dose d'un composé qui provoque une mortalité de 50% dans une population d'animaux mis en expérience. C'est-à-dire ayant reçus une administration unique d'un produit dans des conditions expérimentales bien définies (Nouioua, 2017). Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité en fonction des logarithmes de la dose de traitement.

Ces transformations vont nous permettre à l'aide d'un Excel d'obtenir des équations de droites de régression de type (Tableau II .1).

$$\mathbf{Y = a\ x+b}$$

- y= probit du taux de mortalité
- x= Logarithme décimale du temps
- b=valeur constante.
- a= Pente

A partir de ces équations, on calcule le DL50 en remplaçant y par le probit de 5.

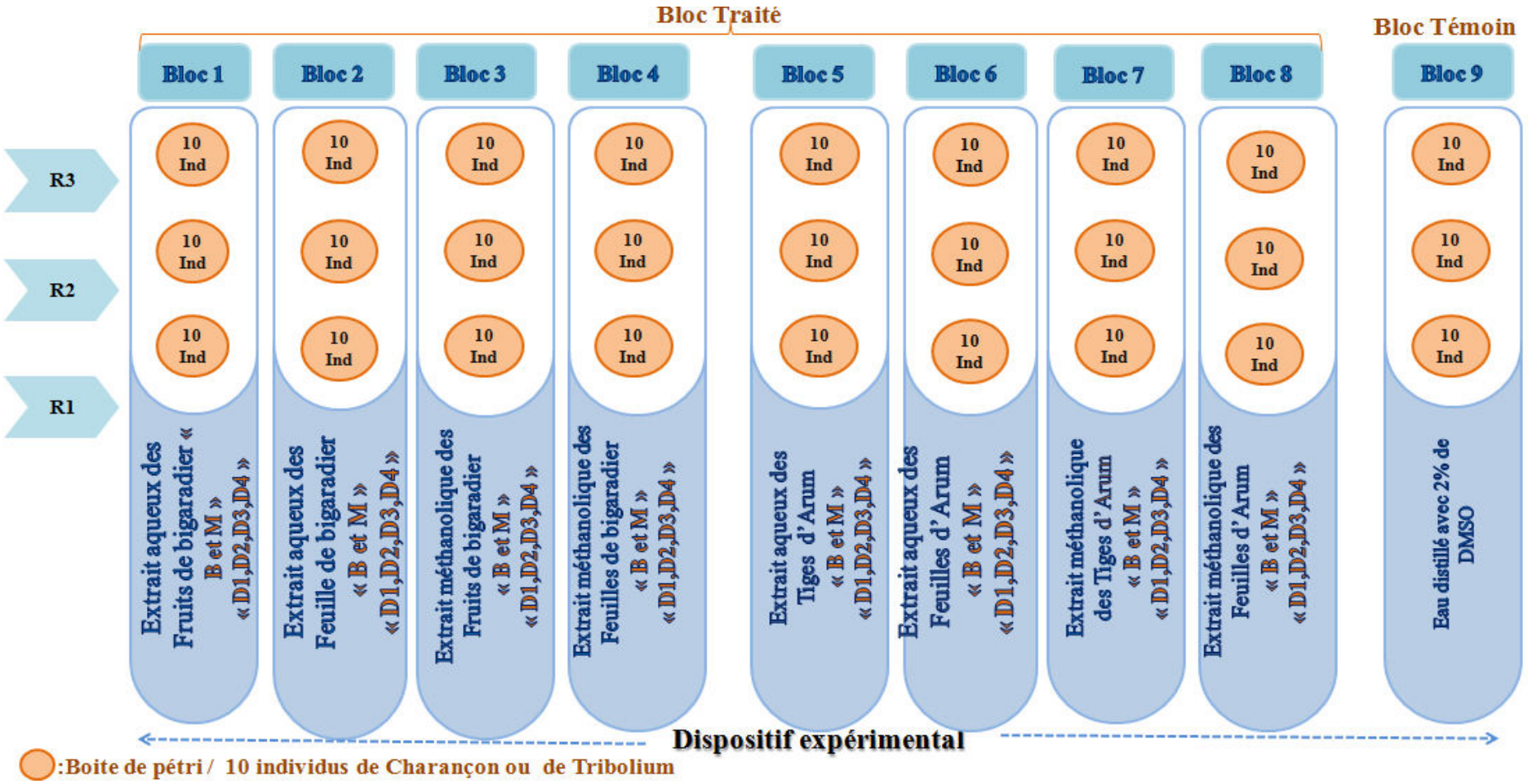


Figure. II.8. dispositif expérimental des traitements appliqués (Originale, 2018).

II.4.6.2. Détermination du temps létal (TL 50)

Le temps létal 50 (TL50), correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurent suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité en fonction des logarithmes du temps de traitement (Kemassi et *al*., 2010).

Tableau II.1. Table de transformation des pourcentages en probit (Cavelier, 1976)

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	4.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

II.5. L'analyse statistique

L'analyse statistique a concerné l'évaluation de l'activité insecticide des extraits sur les deux formes biologiques *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*. Les analyses de la variance sont faites sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un coefficient de variance (C.V. <15%). L'ensemble des tentatives ont été répétés au minimum trois fois. Les résultats, présentés sous forme de courbes ont été réalisés par le logiciel Microsoft Excel.

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (Types de Extraits, formes biologiques du bioagresseur, etc...), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour Analysis of Variance), la distribution de la variable quantitative doit être normale. Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.).

Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.C.P.). Dans cette analyse, les taux de mortalité des formes biologiques sont groupés selon leur réaction aux différents extraits appliqués. A partir des trois premiers axes de l'analyse factorielle, une classification ascendante hiérarchique des formes biologiques sont réalisées dans le but de détecter des discontinuités inter-applications.

CHAPITRE III

RESULTATS

Dans ce chapitre, nous avons essayé de présenter et d'analyser tous les résultats correspondants à l'impact des extraits aqueux et des extraits méthanolique à base de deux plantes très fréquentes dans la région de méditerranéenne *Citrus aurantium* et *Arum italicum* sur le taux de mortalité des populations de *Sitophilus granarius et de Tribolium castaneum*

III.1. Test phytochimique

III.1.1. Taux d'humidité

La figure III.1., montre la variation de taux d'humidité en fonction des plantes utilisées *(Citrus aurantium* et *Arum italicum*), des compartiments (Fruits, Feuilles et tiges) et des régions de récoltes (Médéa et Blida).

Les résultats montrent que la poudre des fruits de bigaradier récoltés de la région de Médéa présente le taux d'humidité le plus élevé 86,04% par comparaison à la poudre des fruits récoltés de Blida et poudre des feuilles des deux régions (Figure III.1.a).

En outre, la poudre des feuilles d'*Arum italicum* présente des taux d'humidité élevés par rapport à la poudre des tiges (Figure III.1.b).

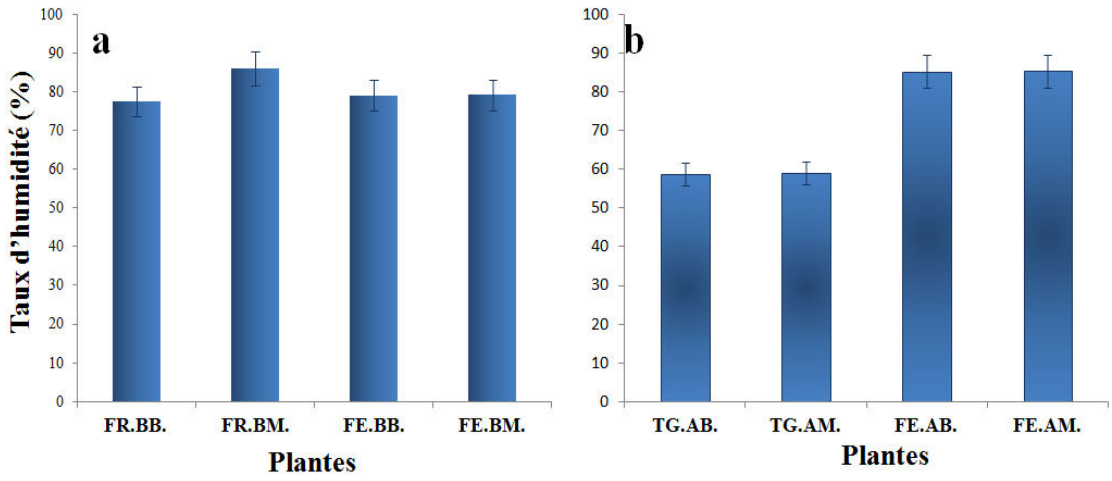


Figure III.1. Taux d'humidité présent dans la poudre des deux espèces végétales testées.
a: Bigaradier; b: Arum
BB.: Bigaradier Blida ; BM.: Bigaradier Médéa ; FE. : Feuilles ; FR. : Fruits ; TG.: Tiges

III.1.2. Rendement des extraits aqueux et extraits méthanolique

La figure III.2., montre la variabilité des rendements en extraits aqueux et méthanolique des deux espèces étudiées *Citrus aurantium* et *Arum italicum*.

Les résultats obtenus fait ressortir que le rendement le plus élevé est obtenu dans l'extrait aqueux à base de fruits de bigaradier récolté de la région de Médéa avec un pourcentage de 65.55 alors que le plus faible rendement est obtenu dans l'extrait aqueux à base de fruits de bigaradier récolté de la région de Blida avec 17,57% (Figure III.2.a). En outre, les résultats montrent que, les rendements les plus remarquables sont obtenus dans les extraits aqueux et les extraits méthanolique à base des feuilles d'*Arum italicum* par comparaison aux rendements des extraits à base des tiges (Figure III.2.b).

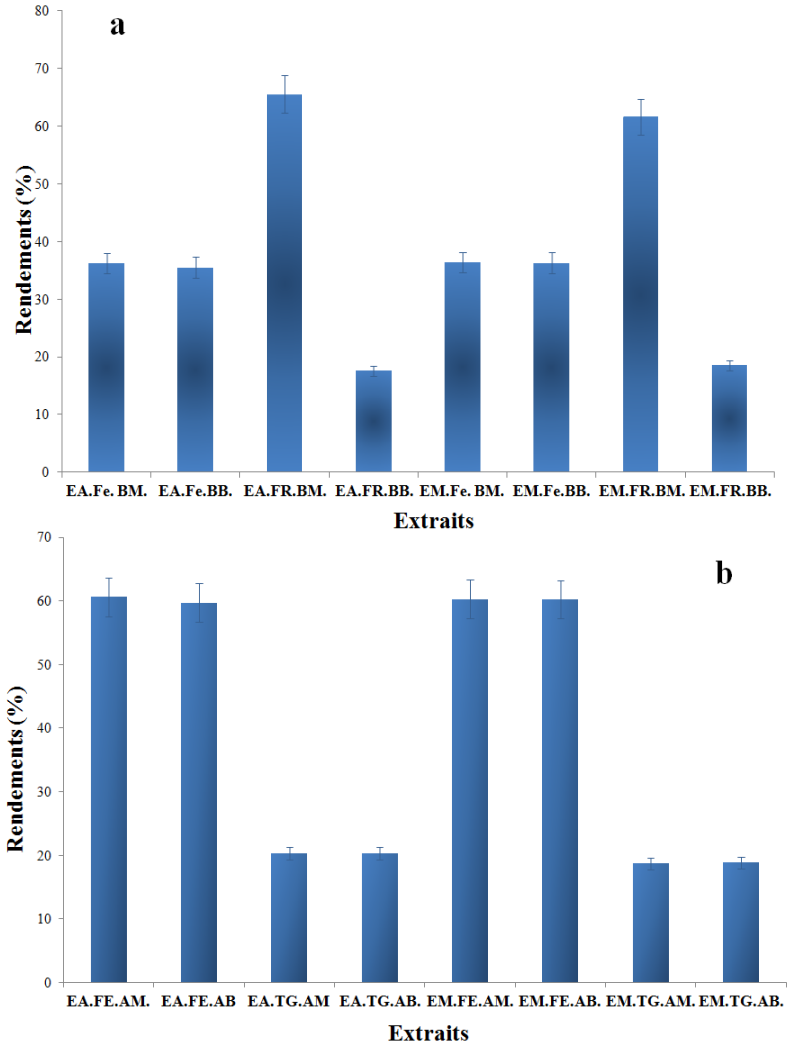


Figure. III.2 Rendement en extraits aqueux et en extraits méthanolique de *Citrus aurantium* et d'*Arum italicum*

a : *Citrus aurantium ;* b: *Arum italicum*

EA. : Extraits aqueux ; EM. : Extraits méthanolique ; BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE. : Feuilles ; FR. : Fruit ; D : dose ; HS : Heurs

III.2. Évaluation de l'efficacité des phytopréparations à base d'extraits aqueux et des extraits méthanolique sur le charançon de blé *Sitophilus granarius*

III.2.1. Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Citrus aurantium* sur *Sitophilus granarius*

Le Tableau III. 1, montre le taux de mortalité du charançon de blé *S. granarius* sous l'effet des différentes extraits appliquées, extraits aqueux (Extraits aqueux C*itrus aurantium* des fruits et Extraits aqueux C*itrus aurantium* des feuilles des deux régions et à différentes doses «D1=1000mg/4ml; D2=500mg/4ml; D3=250mg/4ml et D4=125mg/4ml*)* et l'extraits méthanolique (Extraits méthanolique *citrus aurantium* des fruits et Extraits méthanolique *Citrus aurantium* des feuilles des deux régions et a différentes doses). En reference aux taux de mortalité, les résultats indiquent que les différents traitements appliqués affichent une toxicité distincte en termes d'augmentation de nombre de mort de *S. granarius* par rapport au témoin.

Les résultats montrent que les extraits méthanolique sont plus efficaces a l'égard de *S. granarius* par comparaison aux extraits aqueux. Les analyses affichent que, le taux de mortalité le plus bas est enregistré sous l'effet des extraits aqueux des feuilles de bigaradier récolté de la région antérieur Blida a sa faible dose D4, dont le taux de mortalité le plus élevé est signalée sous l'effet de l'extrait méthanolique des fruits de bigaradier récolté de la région montagneuse Médéa a sa forte dose D1(Tableau III.1.). L'activité insecticide des extraits utilisés est très distinctive en termes d'augmentation de taux de mortalité de *S. granarius* par comparaison au témoin où le taux de mortalité reste très faible (**Test ANOVA; p=2,77 ×10^{-19} ; P<1‰)** (Tableau III.1.).

Tableau III. 1. Effet des phytopréparations à base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité du charançon de blé *Sitophilus granarius*

Molécules \ Région Compartiments		Médéa		Blida	
		Fruits	Feuilles	Fruits	Feuilles
		Moy±E.S.	Moy± E.S.	Moy±E.S.	Moy±E.S.
Extraits aqueux	D1	89±4,36	84,66±5,44	86,66±4,73	82±5,75
	D2	86,33±5,05	81,66±6,19	84±5,57	77,33±7,04
	D3	84,00±5,57	80±6,47	81,66±5,98	74,99±7,08
	D4	80,00±6,44	76,33±7,22	78,66±6,59	71,66±7,78
Extraits Méthanolique	D1	90,33±3,83	84,00±5,63	78,33±6,55	81,66±5,60
	D2	88,66±4,28	82,66±5,91	87,66±4,50	79,33±6,47
	D3	86,66±4,79	80,33±6,31	86,33±4,90	77,33±6,68
	D4	81,66±5,96	78,33±6,55	84,33±5,25	75,33±6,94
Témoin		1,33±0,81			
P-Value (ANOVA)		2,77 ×10^{-19} ; p<1‰			

Moy± E.S.: moyenne± erreur standard ; D.: Dose

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

Dans l'esprit de rationaliser l'utilisation des extraits de plantes a activité insecticide, les populations de *S. granarius* sont soumises à des applications par des extraits aqueux et des extraits méthanolique des feuilles et des fruits d*e C. aurantium* recueillis des différentes régions (Médéa et Blida) (Figure III.3).

L'effet des extraits en référence à la réaction des populations *S. granarius* montre l'installation d'un effet choc après les premières deux heurs traitements. Cet effet de choc a tendance à augmenter jusqu'à la fin de suivi. Les résultats montrent que, Cet effet de choc présente une certaine gradation d'efficacité allant des extraits obtenus de *C. aurantium* originaire de Médéa par rapport aux extraits obtenus de Blida. En outre, les résultats montrent une progression de toxicité allant de l'extrait à la quatrième dose D4 suivi par l'extrait à la troisième dose D3 puis l'extrait à la deuxième dose D2 et en fin l'extrait à la première dose D1 (Figure III.3).

L'évaluation temporelle de taux de mortalité sous l'effet des extraits aqueux montre que l'extrait aqueux des fruits et feuilles de *C. aurantium* obtenus de la région de Médéa est plus toxique s'il est comparé aux extraits aqueux de *C. aurantium* enlevés de la région de Blida (figure III. 3 a et c).

La figure III.3 b et d., montre que, les extraits méthanolique des compartiments de *C. aurantium* prélevée de la région de Médéa démontre un effet toxique remarquable comparé aux extraits méthanolique aqueux obtenus des compartiments de *C. aurantium* échantillonnées de l'autre zone.

Pour le témoin le taux de mortalité de *S. granarius* reste à un taux assez faible (Figure III.3).

L'analyse en Composantes Principales est satisfaisante dans la mesure où plus de 98 % de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes (Figure III.4).

Suite aux projections des variables sur les deux axes de l'ACP, nous constatons que les vecteurs des extraits aqueux et des extrais méthanolique de *C. aurantium* à la 3ème et à la 4ème dose se rapprochent et s'orientent dans la même direction, ce qui confirme un effet analogue des traitements sur les individus de *S. granarius* (Figure III.4).

De plus, l'analyse en Composantes Principales (ACP) montre que les vecteurs correspondant aux extraits aqueux et aux extrais méthanolique des différents compartiments de *C. aurantium* à la 1ème et à la 2ème dose sont très proches l'un de l'autre, ce qui prouve que l'action toxique est similaire sur le taux de mortalité de *S. granarius* (Figure III.4).

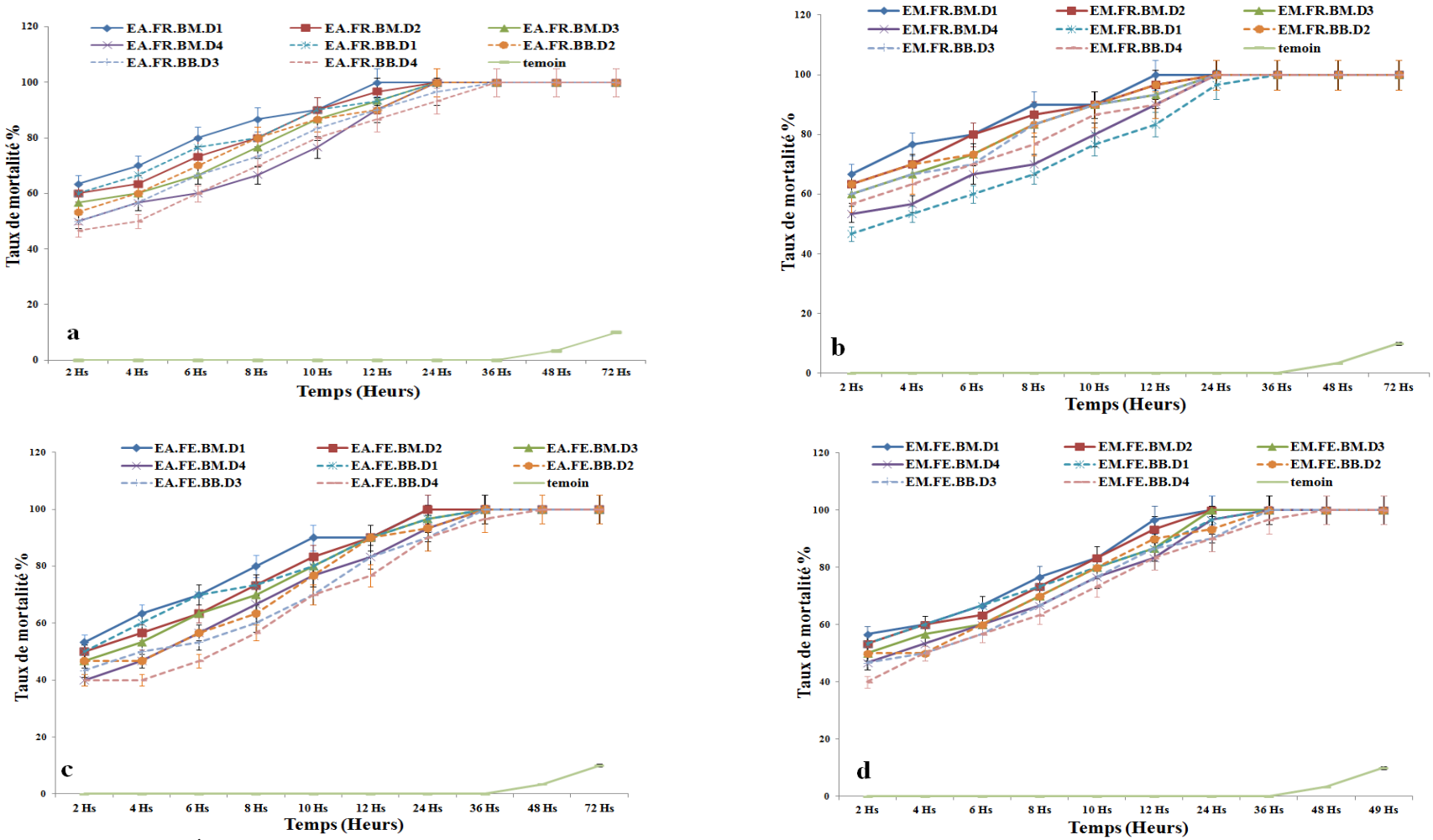


Figure III.3. Évolution temporelle du taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des extraits à base de bigaradier appliqués

EA. : Extraits aqueux ; EM. : Extraits méthanolique ; BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE. : Feuilles ; FR. : Fruit ; D : dose ; Hs : Heurs

En revanche, la projection des variables montre que la régie biologique se distingue nettement du témoin (Figure III.4.).

La même projection démontre que dans les première heurs d'application le taux de mortalité est faible, alors que dès le 12 ème heur d'exposition aux traitements, le taux de mortalité ce s'augmente sous l'effet des différentes extraits.

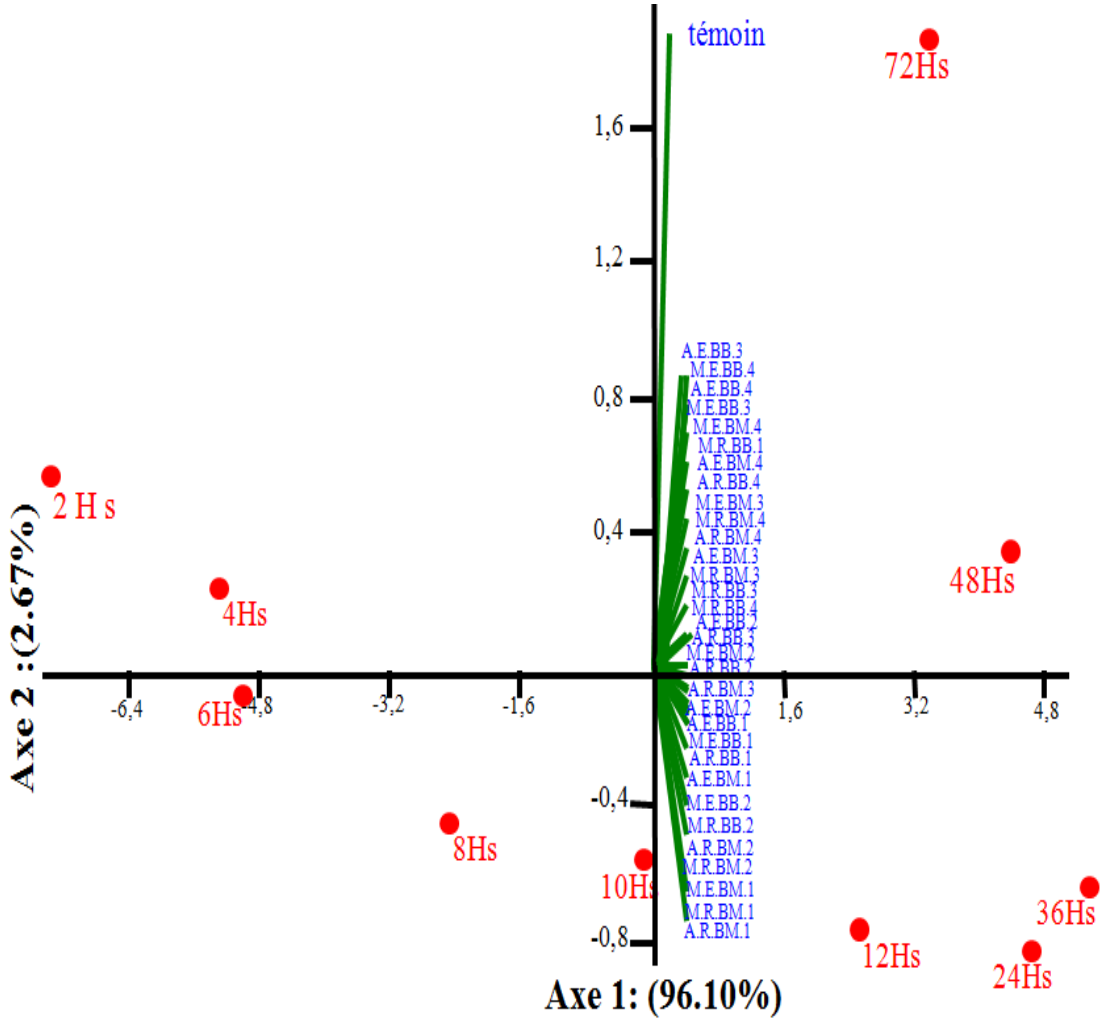


Figure III.4. Projection de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des traitements à base de bigaradier sur les deux axes de l'ACP

A. : Extraits aqueux ; M. : Extraits méthanolique ; BB. : Bigaradier Blida ; BM. : Bigaradier Médéa ; E. : Feuilles ; R. : Fruit ; HS : Heurs

L'efficacité des extraits aqueux et méthanolique des fruits et des feuilles du Bigaradier *C. aurantium* ont été scorées grâce à l'évaluation de taux de mortalité *Sitophilus granarius* (Figure.III.5.).

L'efficacité temporelle des traitements biologiques appliqués désigne une différence hautement significative (Test G.L.M.; p=0,000 ; p<1%) entre les taux de mortalité *Sitophilus granarius* durant la période d'investigation (Figure.III.5. a).

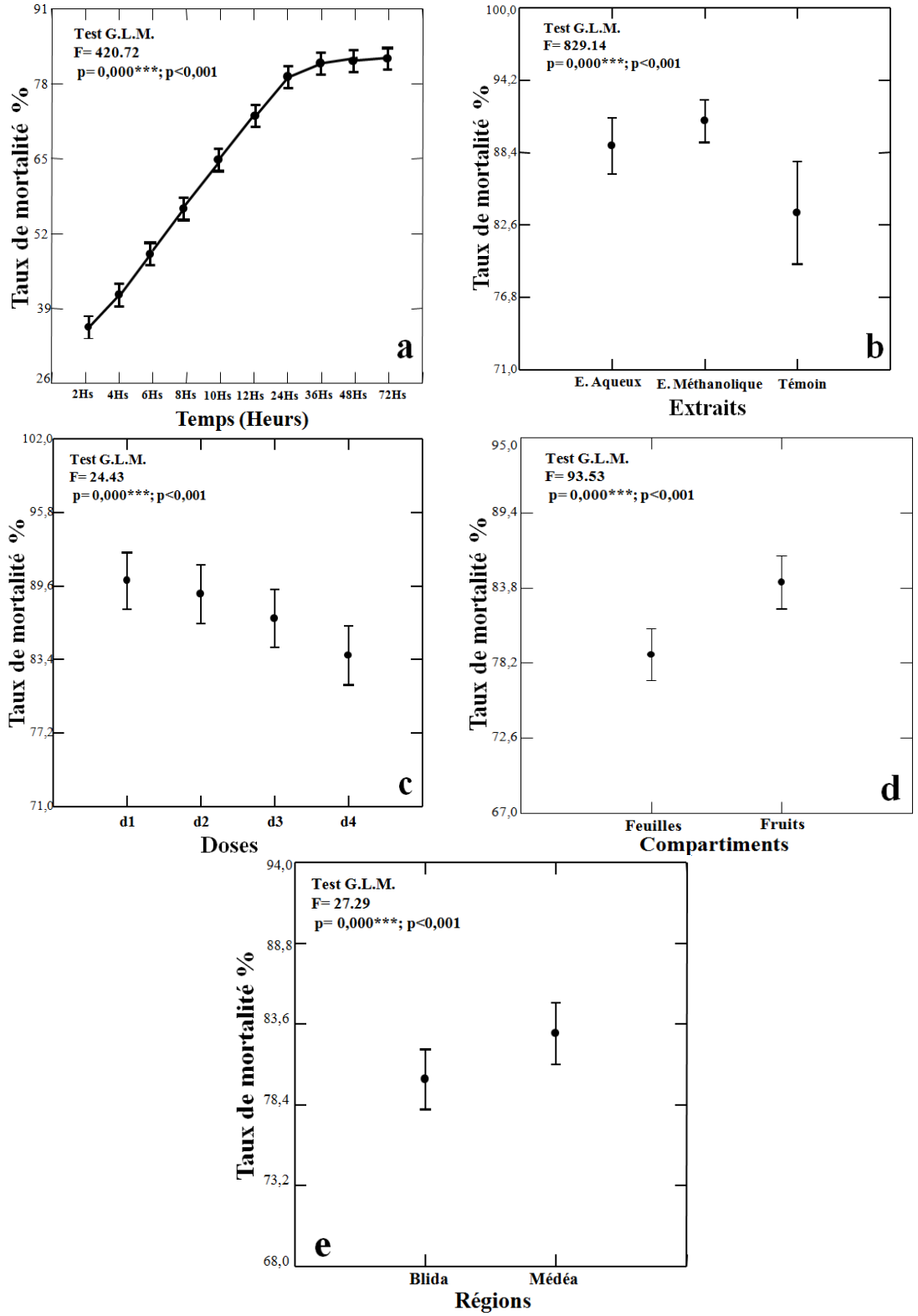


Figure III.5. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des différents extraits de *Citrus aurantium* appliqués

E: Extraits; D : dose ; HS : Heurs

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

En revanche, l'effet des extraits aqueux et méthanolique affichent une différence significative (Test G.L.M.; p=0,000 ; p<1%) des taux de mortalité dont l'efficacité la plus marquée est enregistrée chez les extraits méthanolique. Les résultats montrent que le taux de mortalité chez le bloc témoin reste trop faible (Figure.III.5. b).

La figure.III.5.c, montre une différence non significative entre les quatre doses testés (Test G.L.M ; p>5%). L'analyse de la variance par le modèle G.L.M. a designer une gradation de toxicité allant de la première dose D1 jusqu'a la dernière dose D4.

La même analyse révèle que l'effet des différents compartiments (Fruits et feuilles) de bigaradier sur la mortalité des populations de *S. granarius* fait ressortir des différences significative (Test G.L.M.; p=0,025 ; p<5%) entre l'effet des deux compartiments testés. La Figure.III.5.d montre une efficacité remarquable des extraits issus des fruits en comparaison à celui provenant des feuilles. L'effet d'origine des plantes productrices des extraits aqueux montre la présence d'une différence significative sur le taux de mortalité de la population étudiée *Sitophilus granarius* avec une toxicité remarquable des extraits aqueux obtenu des plantes originaire de Médéa (Figure.III.5. e).

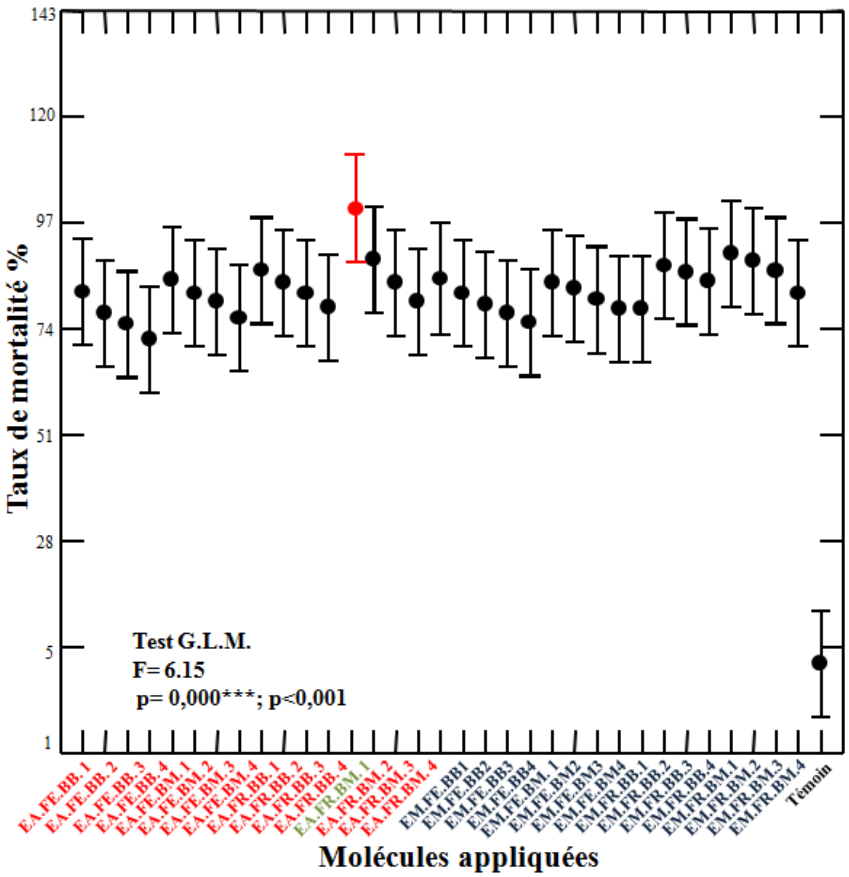


Figure III.6. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de *Sitophilus granarius*

EA. : Extraits aqueux ; EM. : Extraits méthanolique ; BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruit.

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

Par comparaison de la toxicité des produits utilisés, il en ressort la dominance des extrais méthanolique par rapport aux extraits aqueux (Figure III.6). Le test présente que les extrait a base des fruits sont moyennent efficace par comparaison aux extrait a base des

feuilles. La figure montre une efficacité graduelle de la dose une jusqu'à la quatrième dose. Il est intéressant de signale que l'extraits aqueux des fruits récolté de Médéa donne la meilleur efficacité. Concernant le bloc témoin le taux de mortalité reste trop faible (Figure III.6).

III.2.2. Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Arum italicum* sur *Sitophilus granarius*

Le Tableau III. 2, montre le taux de mortalité du charançon de blé *S. granarius* sous l'effet des différentes extraits appliquées, extraits aqueux (Extraits aqueux *Arum italicum* des tiges et Extraits aqueux *Arum italicum* des feuilles des deux régions et a différentes doses*)* et l'extraits méthanolique (Extraits méthanolique *Arum italicum* des tiges et Extraits méthanolique *Arum italicum* des feuilles des deux régions et a différentes doses D1, D2, D3 et D4). En réference aux taux de mortalité, les résultats indiquent que les différents traitements appliqués affichent une toxicité distincte en termes d'augmentation de nombre mort de *S. granarius* par rapport au témoin. Les analyses présentent que les extraits méthanolique d'*Arum italicum* sont plus efficaces à l'égard du taux de mortalité de *S. granarius* par comparaison aux extraits aqueux. Les résultats affichent que, le taux de mortalité le plus bas est enregistré sous l'effet des extraits aqueux des tiges d'Arum récolté de la région de Blida à la quatrième dose D4, dont le taux de mortalité le plus élevé est signalée sous l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Arum italicum* récolté de la région montagneuse Médéa a la première dose D1(Tableau III.2.).

L'activité insecticide des extraits utilisés est très distinctive en termes d'augmentation du taux de mortalité de *S. granarius* par comparaison au témoin (où le taux de mortalité reste très faible (**Test ANOVA; $1{,}07 \times 10^{-21}$; P<1‰)** (Tableau III.2.).

Tableau III. 2. Effet des phytopréparations à base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité du charançon de blé *Sitophilus granarius*

Région / Compartiments / Molécules		Médéa		Blida	
		Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles
		Moy±E.S.	Moy± E.S.	Moy±E.S.	Moy±E.S.
Extraits aqueux	D1	79,01±7,16	83,67±5,73	71,01±7,90	75,67±6,47
	D2	71±7,93	78,67±7,08	63±8,81	70,67±7,83
	D3	60,33±8,51	68,33±7,52	52,33±9,58	60,33±8,51
	D4	59,33±8,73	67,66±7,85	51,33±9,80	59,66±8,82
Extraits Méthanolique	D1	89,67±4,64	92,34±3,54	86,65±5,5	91,34±3,78
	D2	88,01±5,06	90,67±4,03	84,01±6,12	88,33±4,71
	D3	86,32±5,52	88,67±4,69	83,02±6,38	86,66±5,30
	D4	84,67±5,92	87±5,14	82±6,57	84±5,72
Témoin		1,33±0,81			
P-Value (ANOVA)		$1{,}07 \times 10^{-21}$			

Moy± E.S.: moyenne± erreur standard ; D.: Dose ;

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

Dans l'esprit de rationaliser l'utilisation des extraits de plantes a activité insecticide, les populations de *S. granarius* sont soumises à des applications par des extraits aqueux et des extraits méthanolique des feuilles et des tiges d*'Arum italicum* recueillis de deux régions Médéa et Blida (Figure III.7).

L'effet des extraits en référence à la réaction des populations *S. granarius* montre l'installation d'une action drastique dés les premiers heurs après traitements. Cet action a tendance à accroître jusqu'à la fin de suivi. Les analyses présentent que, Cet action de toxicité montre une gradation d'efficacité allant des extraits obtenus d'*A. italicum* originaire de Médéa par rapport aux extraits obtenus de Blida.

Les mêmes résultats étalent une gradation de toxicité négative allant de l'extrait à la première dose suivi par extrait à la deuxième dose 2, la dose D3 et suivi par l'extrait à la troisième dose D3 et enfin l'extrait à la quatrième dose D4 (Figure III.7).

L'évaluation temporelle de taux de mortalité sous l'effet des extraits aqueux montre que l'extrait aqueux des tiges et feuilles d'*A. italicum* récoltés de la région de Médéa est plus toxique s'il est comparé aux extraits aqueux d'*A. italicum* obtenus de la région de Blida (figure III. 3 a et c).

La figure III.7 b et d., montre que, les extraits méthanolique de différents compartiments d'*A. italicum* prélevée de la région de Médéa prouve un effet choc remarquable comparé aux extraits méthanolique aqueux obtenus des compartiments d'*A. italicum* échantillonnées de la région antérieure Blida.

Concernant le témoin le taux de mortalité de *S. granarius* reste à un taux assez faible (Figure III.7).

L'analyse en Composantes Principales est satisfaisante dans la mesure où plus de 98 % de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes (Figure III.8).

L'analyse en Composantes Principales (ACP) étale que les vecteurs correspondant aux extraits aqueux et aux extrais méthanolique des différents compartiments *d'A. italicum* à la 1ème et à la 2ème dose sont très proches l'un de l'autre, ce qui montre que son action toxique est semblable sur le taux de mortalité de la population étudiée (Figure III.8).

En outre et suite aux projections des variables sur les deux axes de l'ACP, nous observons que les vecteurs des extraits aqueux et des extrais méthanolique *d'A. italicum* à la 3ème et à la 4ème dose se rapprochent et s'orientent dans la même direction, ce qui confirme leur effet similaire sur la population de *S. granarius* (Figure III.8).

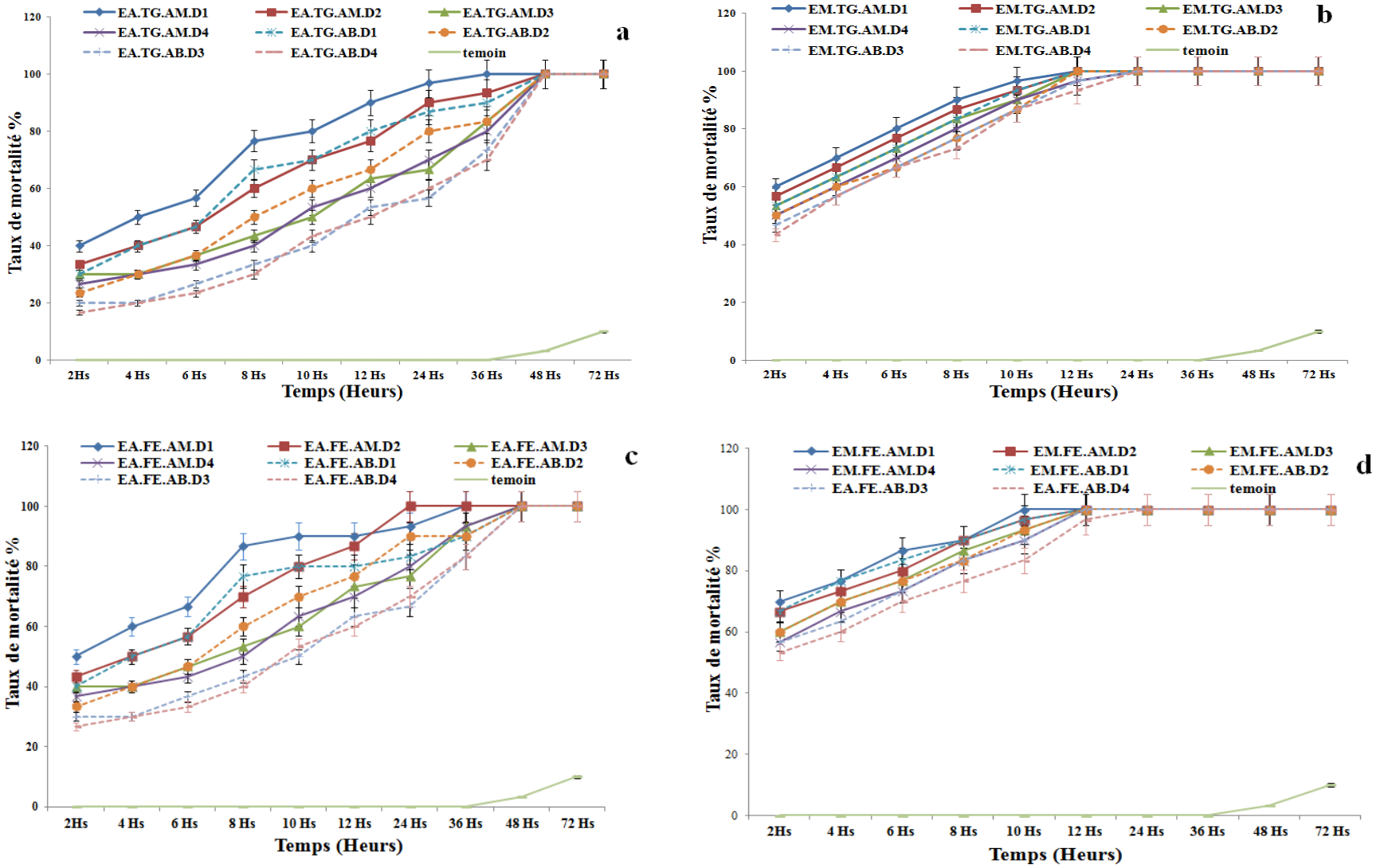


Figure III.7. Évolution temporelle du taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des extraits à base de bigaradier appliqués

EA. : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM .: Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges ; D : Dose ; HS.: Heurs.

La projection des variables montre que les extraits appliqués se distinguent nettement du témoin (Figure III.8.).

L'ACP illustre que le taux de mortalité est faible dans les premières heurs d'application tandis que dès le 12 ème heur d'exposition, le taux de mortalité devient assez important sous l'effet des différentes molécules appliquées (Figure III.8.).

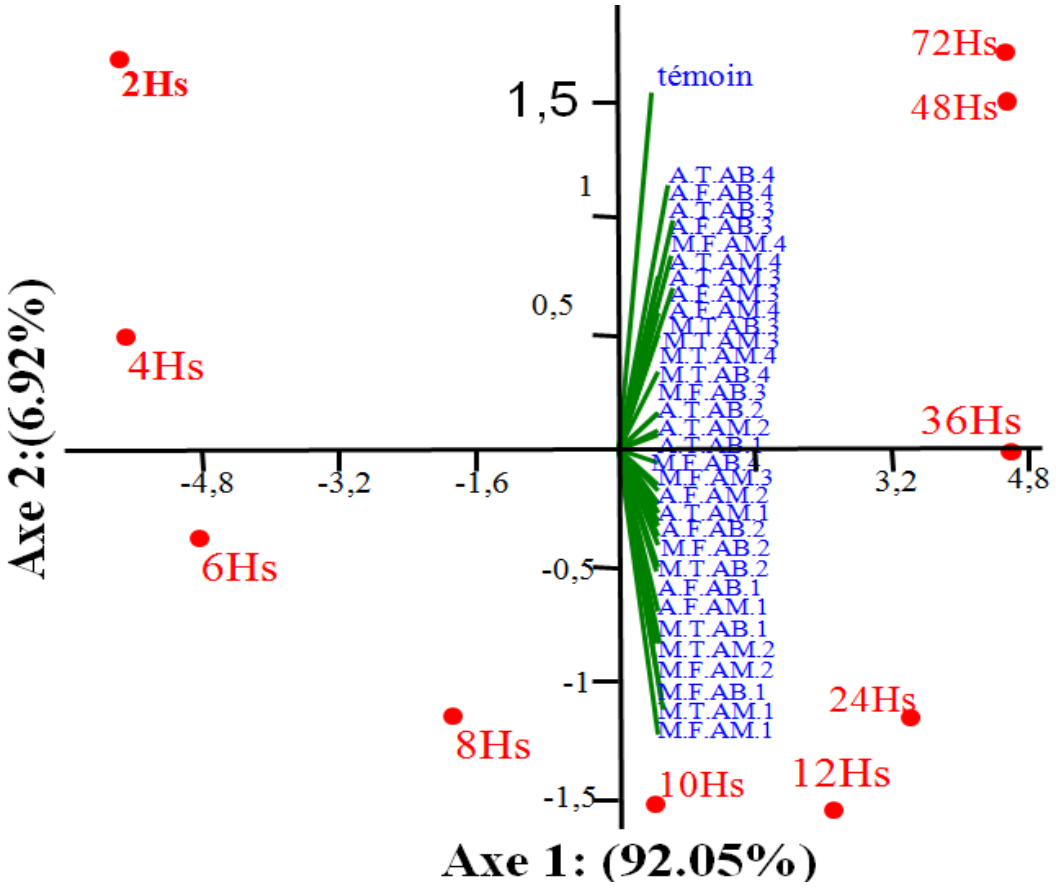


Figure III.8. Projection de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des traitements à base d'Arum sur les deux axes de l'ACP

A. : Extraits aqueux ; M. : Extraits méthanolique ; AB. : Arum Blida ; AM. : Arum Médéa ; F. : Feuilles ; T. : Tiges ; Hs : Heurs

Pour interpréter nos résultats nous avons effectué l'analyse de la variance modèle (GLM). Les résultats représentés sur la figure III.9, fait ressortir la fluctuation temporelle de taux de mortalité de *S. granarius* sous l'effet de différents extraits d'*A. italicum* appliqués.

Les résultats reportés dans la figure II.9.a, révèlent une différence très hautement significative de taux de mortalité de *Sitophilus* en fonction du temps (Test G.L.M. ; p=0,000 ; p<1%). Un effet de choc important est installé dès les première heures de traitements (2 heures), cet effet augmente et devient très important sous l'effet des différentes molécules appliquées jusqu'à 36H après l'application des extraits, au-delà de cette période le taux de mortalité se stabilise.

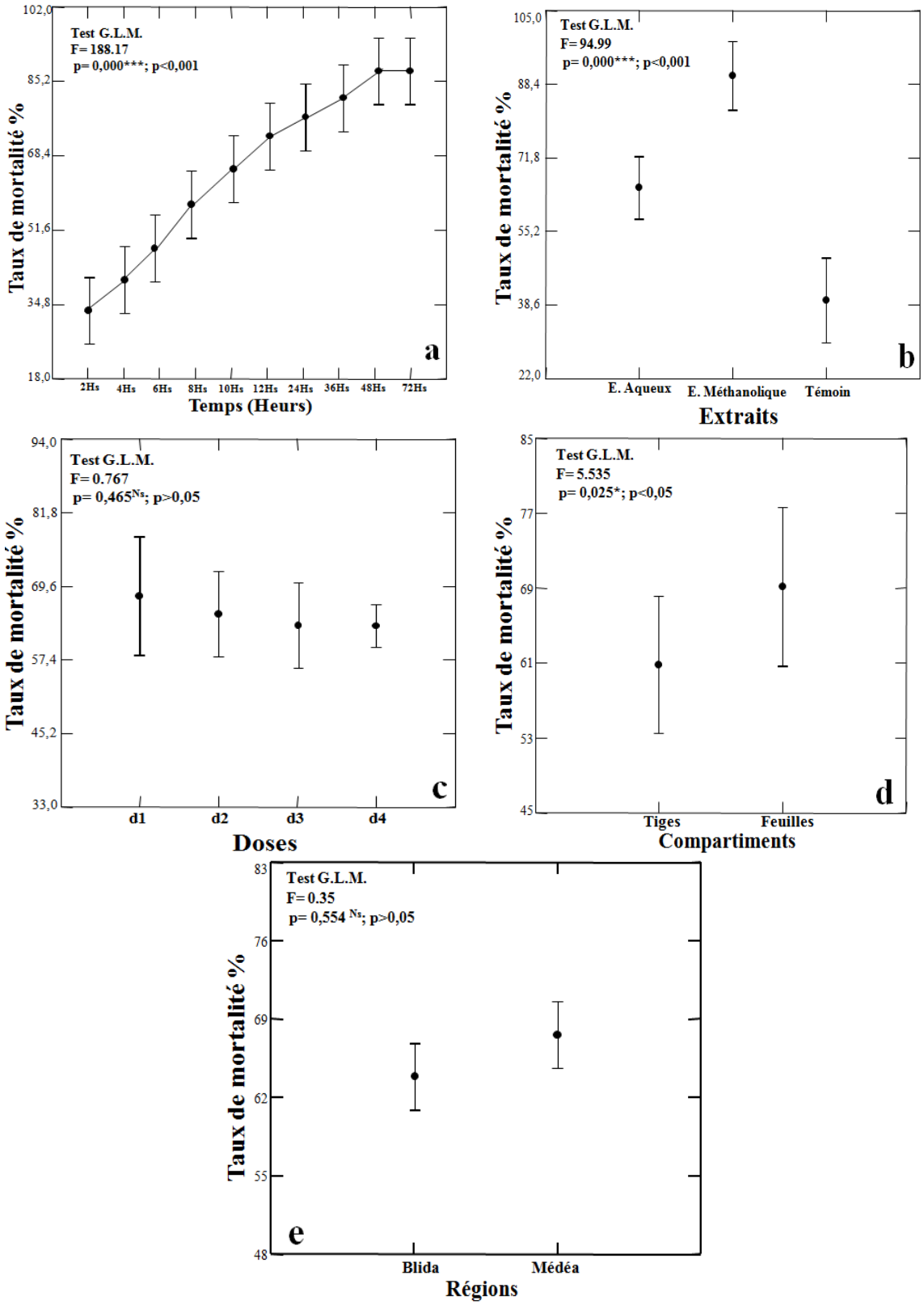


Figure III.9. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Sitophilus granarius* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative.

De son tour l'effet de différents extraits aqueux et méthanolique sur le taux de mortalité des populations de *S. granarius* varie d'une manière très hautement significative en comparaison au témoin (F-ratio=94,99 ; p=0,000 ; p<1%). La figure III.9.b démontre un effet de choc remarquable des extrait méthanolique sur le taux de mortalité de *S. granarius* par rapport aux extrait aqueux et au témoin. En ce qui concerne le témoin les résultats montrent un taux de mortalité faible de la cible étudiée.

En revanche, l'effet des extraits aqueux et méthanolique affichent une différence significative (Test G.L.M.; p=0,000; p<1%) des taux de mortalité dont l'efficacité la plus marquée est enregistrée chez les extraits méthanolique. Les résultats montrent que le taux de mortalité chez le bloc témoin reste trop faible (Figure.III.9. b).

La figure III.9.c montre une différence non significative entre les quatre doses des extraits testés (F-ratio= 0,767; p=0,465 ; p>5%). Les mêmes résultats montrent que l'effet quatre doses appliquées est similaire sur le taux de mortalité des individus de charançons traités.

La même analyse révèle que l'effet des différents compartiments (tige et feuilles) d'*Arum italicum* sur la mortalité des populations étudiée fait ressortir des différences significative (F-ratio= 5,535 ; p=0,025 ; p<5%). La figure III.9.d montre une gradation d'efficacité positive allant des extraits issus des feuilles puis à celui provenant des tiges.

En outre, l'effet d'origine des plantes productrices des extraits aqueux montre la présence d'une différence non significative sur le taux de mortalité de la population étudiée *Sitophilus granarius* (F-ratio= 0,35; p=0,554; p>5%) (Figure.III.9. e). Les résultats projetés dans la figure III.9.e montrent que le taux de mortalité des extraits d'*Arum italicum* provenant des deux régions Blida et Médéa est analogue avec une légère gradation d'effet de celui d'originaire de Médéa que de Blida.

Le modèle général linéaire (G.L.M) a été utilisé afin de déterminer l'effet strict des extraits aqueux et métabolique à base des feuilles et des tiges d'arum sur les individus de *S. granarius.* Ce modèle fait ressortir une différence très hautement significative entre les différentes molécules appliquées sur le taux de mortalité de *S. granarius* (F-ratio=8,56; p=0,000 ; p<1%) (Figure.III.10.).

Les mêmes résultats montrent que les extraits aqueux et méthanolique d'*Arum italicum* prélevés des deux régions de Médéa et Blida montrent une action toxique remarquable et plus ou moins semblable en comparaison au témoin (Figure III.10).

La figure montre que l'extrait aqueux de tiges issues de la plante herbacée *Arum italicum* récolté de Médéa donne la meilleure efficacité a l'égard du taux de mortalité de la population étudiée (Figure III.10).

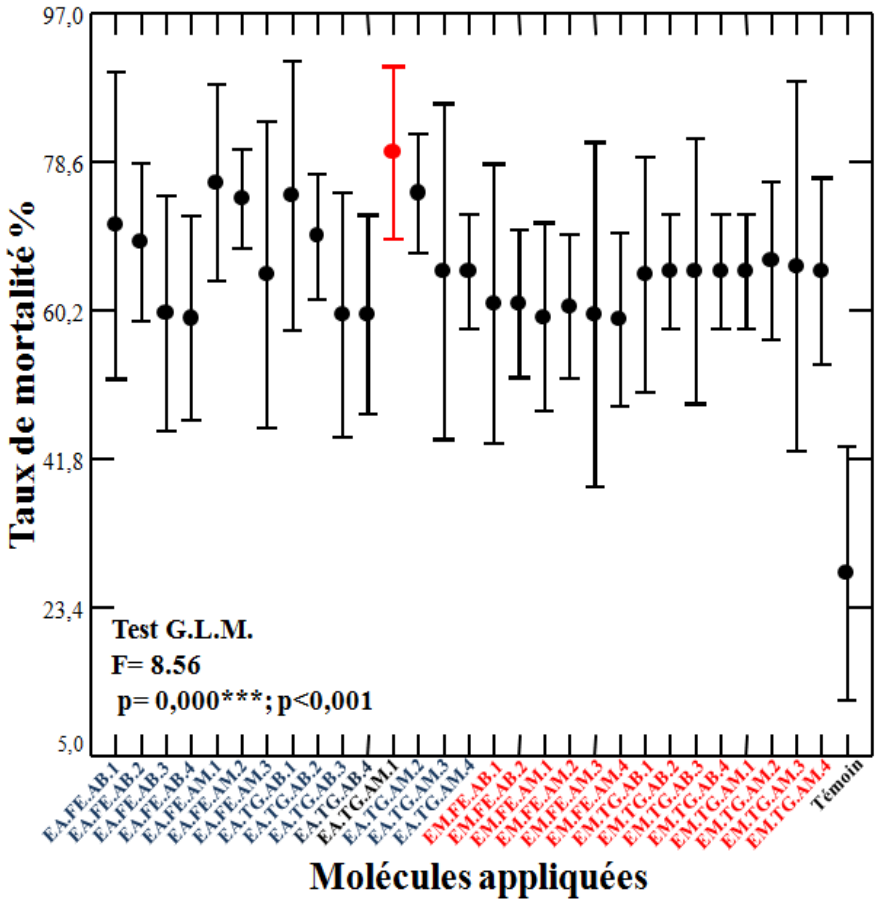


Figure III.10. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité de *Sitophilus granarius*

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges.

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

III.3. Évaluation de l'efficacité des phytopréparations à base d'extraits aqueux et des extraits méthanolique sur le tribolium *Tribolium castaneum*

III.3.1. Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Citrus aurantium* sur *Tribolium castaneum*

Les résultats de la toxicité des extraits aqueux et méthanolique issus des feuilles et tiges de la plante toxique *Citrus aurantium* sont donnés dans le tableau III.3.

Son examen indique que les extraits méthanolique expriment une efficacité plus importante par rapport aux extraits aqueux. Les résultats montrent que les extraits des fruits de bigaradier exercent une toxicité accentuée sur le taux de mortalité par comparaison aux extraits des feuilles. On peut ajouter que les extraits originaires de Médéa provoquent un effet knock-down remarquable a l'égard de la population traitée comparant aux extraits originaires de Blida (Tableau III.3).

L'analyse montre que l'extrait méthanolique des fruits de *C. aurantium* récolté de la région montagneuse Médéa s'avère le plus toxique alors que l'action de toxicité la plus

faible est signalé sous l'effet l'extrait aqueux des feuilles de *C. aurantium* échantillonnés de la région sub-littorale Blida (Tableau III.3).

L'activité insecticide des extraits utilisés est très distinctive en termes du taux de mortalité de ***T. castaneum*** par comparaison au témoin où le taux de mortalité reste très faible (**Test ANOVA; 1,27 ×10^{-13}; P<1‰)** (Tableau III.3.).

Tableau III. 3. Effet des phytopréparations à base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité du Tribolium *Tribolium castaneum*

Molécules \ Région Compartiments		Médéa		Blida	
		Fruits	Feuilles	Fruits	Feuilles
		Moy±E.S.	Moy± E.S.	Moy±E.S.	Moy±E.S.
Extraits aqueux	D1	84,67±5,92	79,66±7,08	83,02±6,38	77,66±7,32
	D2	82,68±6,31	77,66±7,32	78,01±7,58	75,66±7,53
	D3	77±7,29	75,33±7,66	77,35±7,61	73,66±7,80
	D4	76,69±7,54	75,66±7,81	74,65±8,0	71,66±8,24
Extraits Méthanolique	D1	89±4,58	85±5,71	85,67±5,59	84,66±5,92
	D2	87,01±4,97	84,33±5,85	85±5,71	82,66±6,32
	D3	85,65±5,38	82,33±6,26	84,33±5,85	80,66±6,73
	D4	84±5,81	80,33±6,63	82,35±6,26	78,33±7,29
Témoin		1,66±0,91			
P-Value (ANOVA)		1,27 ×10^{-13}			

L'efficacité des extraits aqueux et méthanolique des fruits et des feuilles du Bigaradier *C. aurantium* ont été scorées grâce à l'évaluation de taux de mortalité *Tribolium castaneum* (Figure.III.11.).

L'efficacité temporelle des traitements biologiques appliqués désigne une différence hautement significative (Test G.L.M.; p=0,000; p<1%) entre les taux de mortalité *Tribolium castaneum* durant la période d'investigation (Figure.III.11. a).

De son tour l'effet des différents extraits aqueux et méthanolique sur le taux de mortalité des populations de *T. castaneum* varie d'une manière très hautement significative en comparaison au témoin (F-ratio=9,56; p=0,002; p<1%). La figure III.11.b révèle l'effet favorable des extrait méthanolique sur le taux de mortalité des populations de *Tribolium castaneum* par rapport aux extrait aqueux et au témoin. En ce qui concerne le bloc témoin les résultats montrent un taux de mortalité faible des populations étudiées.

La figure III.11.c montre une différence non significative entre les quatre doses des extraits testés (F-ratio= 1,346 ; p=0,26 ; p>5%). Les mêmes résultats montrent que l'effet quatre doses appliquées est similaire sur le taux de mortalité des individus de Tribolium traités.

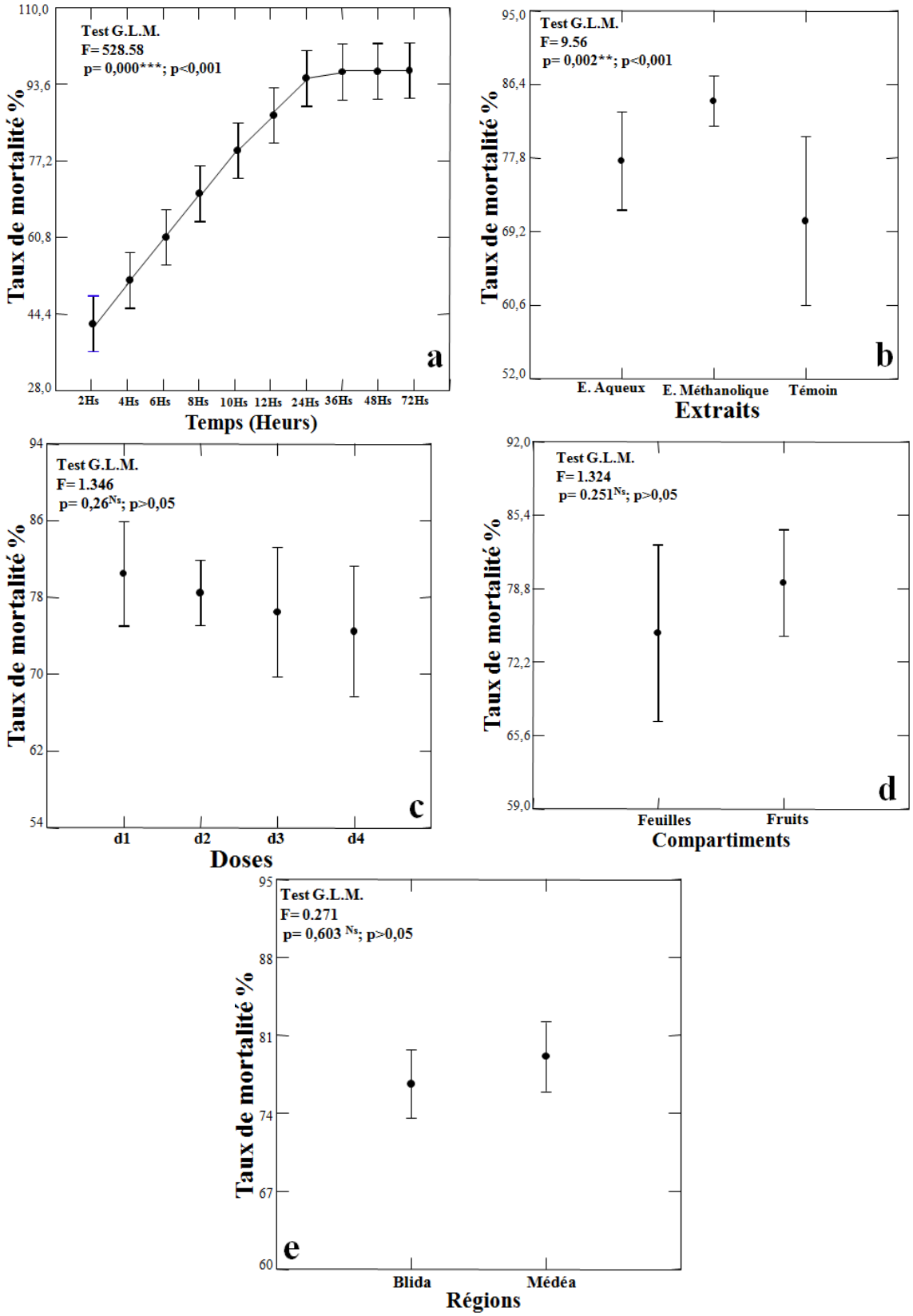


Figure III.11. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différents extraits de bigaradier appliqués

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative.

L'application de la même analyse sur l'effet des différents compartiments (fruit et feuille) de *C. aurantium* sur la mortalité des populations de *T. castaneum* fait ressortir des différences non significative (F-ratio= 1,324 ; p=0,251; p<5%). La figure III.11.d montre une gradation d'efficacité des extraits obtenus des fruits en comparaison à celui provenant des feuilles.

En outre, l'effet d'origine des plantes productrices des extraits aqueux montre la présence d'une différence non significative sur le taux de mortalité de la population étudiée *T. castaneum* (F-ratio= 0,271 ; p=0,603 ; p>5%) (Figure.III.11.e). Les résultats projetés dans la figure III.111.e montrent que le taux de mortalité des extraits de *C. aurantium* provenant des deux régions Blida et Médéa est analogue avec une légère gradation d'effet de celui d'originaire de Médéa que de Blida.

L'application de l'analyse de la variance modèle G.L.M. à l'effet de différentes molécules appliquées à base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum* fait ressortir une différence très hautement significative (F-ratio=58,98; p=0,000 ; p<1%) (Figure III.12). Les mêmes résultats montrent que les extraits aqueux et méthanolique de différents compartiments de *Citrus aurantium* prélevés de deux régions Médéa et Blida montrent une action toxique remarquable et plus ou moins semblable en comparaison au témoin (Figure III.12).

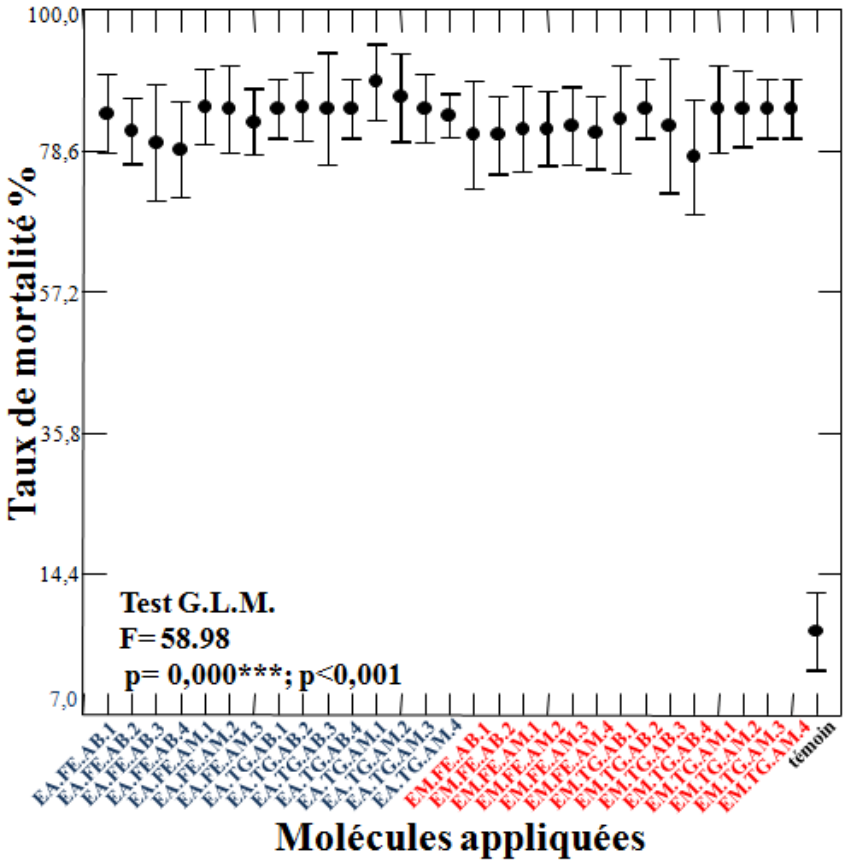


Figure III.12. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base de *Citrus aurantium* sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum*

EA. : Extraits aqueux ; EM. : Extraits méthanolique ; BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruit.

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

III.3.2. Évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extraits aqueux et méthanolique *Arum italicum* sur *Tribolium castaneum*

Les résultats de la toxicité des extraits aqueux et méthanolique issus des feuilles et tiges de la plante toxique *Arum italicum* sont donnés dans le tableau III.4.

Son examen indique que les extraits méthanolique expriment une efficacité plus importante par rapport aux extraits aqueux. Les résultats montrent que les extraits des feuilles d'Arum d'Italie exercent une toxicité accentuée sur le taux de mortalité par comparaison aux extraits des tiges. On peut ajouter que les extraits originaires de Médéa provoquent un effet knock-down remarquable a l'égard de la population traitée comparant aux extraits originaires de Blida (Tableau III.4).

L'analyse montre que l'extrait méthanolique des feuilles de *C.* ***aurantium*** récolté de la région montagneuse Médéa s'avère le plus toxique alors que l'action de toxicité la plus faible est signalé sous l'effet l'extrait aqueux des feuilles de *C.* ***aurantium*** échantillonnés de la région sub-littorale Blida (Tableau III.4).

L'activité insecticide des extraits utilisés est très distinctive en termes du taux de mortalité de ***T. castaneum*** par comparaison au témoin où le taux de mortalité reste très faible (**Test ANOVA; $1{,}28 \times 10^{-25}$; P<1‰)** (Tableau III.4.).

Tableau III. 4. Effet des phytopréparations à base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité du Tribolium *Tribolium castaneum*

Molécules \ Région / Compartiments		Médéa		Blida	
		Tiges	Feuilles	Tiges	Feuilles
		Moy±E.S.	Moy± E.S.	Moy±E.S.	Moy±E.S.
Extraits aqueux	D1	88,66±5,09	90±4,58	85±6,21	89,34±4,88
	D2	85±6,09	88,34±5,06	84±6,26	85,33±5,88
	D3	82±6,68	85±6,08	82,33±7,01	82,67±6,71
	D4	79,66±6,94	84,67±6,00	81±7,11	79,33±7,56
Extraits Méthanolique	D1	90,66±3,90	92,67±3,28	89,33±4,38	92,01±3,58
	D2	89,33±4,35	91,33±3,62	89,66±4,31	90,66±4,00
	D3	88,00±4,58	90,34±3,82	85,66±5,75	87,67±4,91
	D4	86,66±4,73	88,01±4,66	79,66±7,29	86,34±5,17
Témoin		1,66±0,91			
P-Value (ANOVA)		$1{,}28 \times 10^{-25}$; P<1‰			

Pour évaluer la fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués nous avons confronté nos résultats au modèle linaire général G.L.M. (figure III.13).

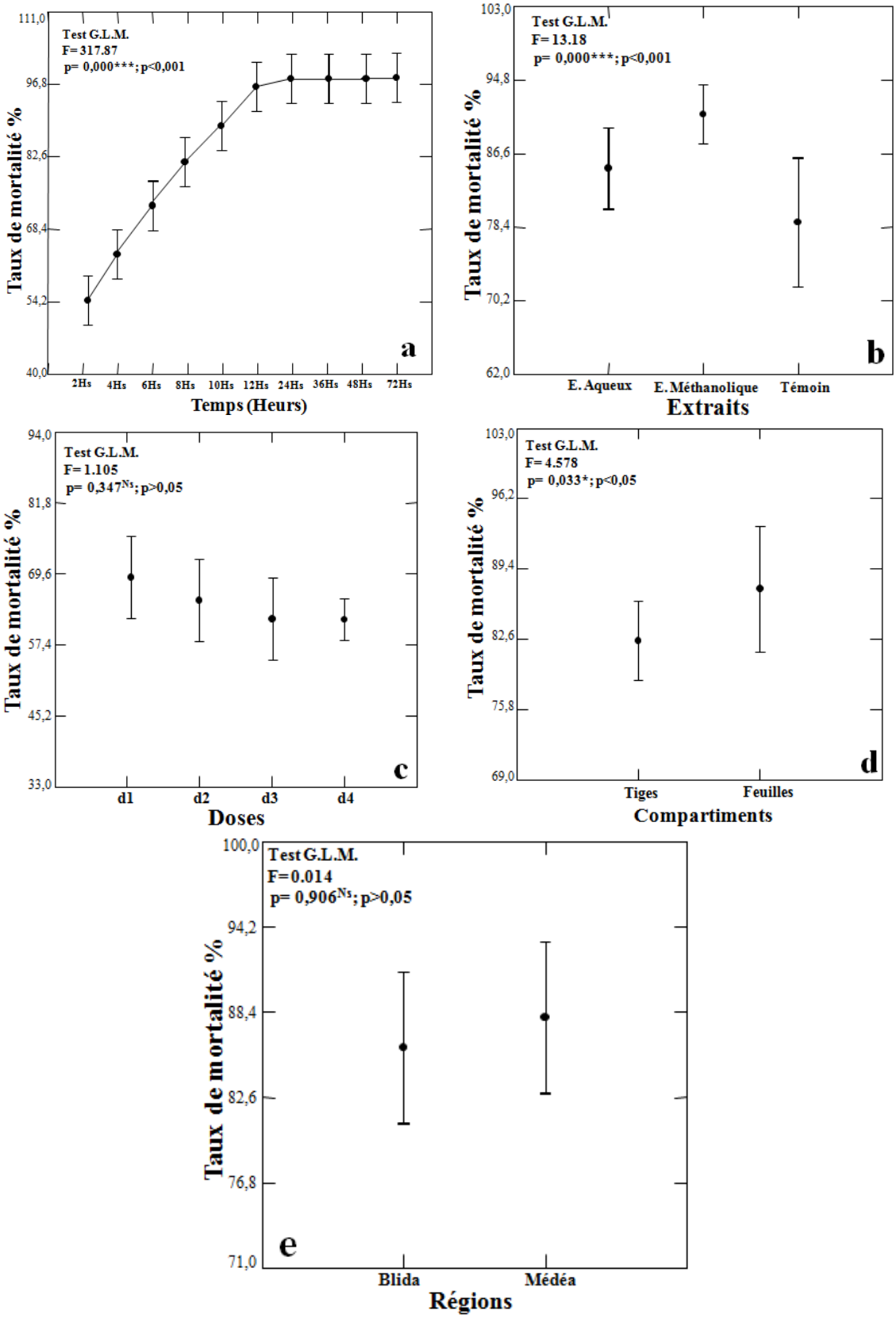


Figure III.13. Fluctuation temporelle de taux de mortalité de *Tribolium castaneum* sous l'effet des différents extraits d'*Arum italicum* appliqués

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative.

L'efficacité temporelle des traitements biologiques appliqués désigne une différence hautement significative (Test G.L.M.; p=0,000 ; p<1%) entre les taux de mortalité *Tribolium castaneum* durant la période de suivi (Figure.III.13. a).

En revanche, l'effet des extraits aqueux et méthanolique affichent une différence significative (Test G.L.M.; p=0,000 ; p<1%) des taux de mortalité dont l'efficacité la plus marquée est enregistrée chez les extraits méthanolique. Les résultats montrent que le taux de mortalité chez le bloc témoin reste trop faible (Figure.III.13. b).

La figure.III.13.c, montre une différence non significative entre les quatre doses testés (Test G.L.M ; p>5%). L'analyse de la variance par le modèle G.L.M. a designer une gradation de toxicité allant de la première dose D1 jusqu'a la dernière dose D4.

La même analyse révèle que l'effet des différents compartiments (Tiges et feuilles) d'arum d'Italie sur la mortalité des populations de *T. castaneum* fait ressortir des différences significative (Test G.L.M.; p=0,033; p<5%) entre l'effet des deux compartiments testés. La Figure.III.13.d montre une efficacité remarquable des extraits issus des feuilles en comparaison à celui provenant des tiges. L'effet d'origine des plantes productrices des extraits aqueux montre la présence d'une différence non significative sur le taux de mortalité de la population étudiée *Tribolium castaneum* avec une toxicité moyenne des extraits aqueux obtenu des plantes originaire de Médéa (Figure.III.13. e).

Le modèle général linéaire (G.L.M) a été utilisé afin de déterminer l'effet strict des extraits aqueux et métabolique à base des feuilles et des tiges d'arum sur les individus de *Tribolium castaneum.* Ce modèle fait ressortir une différence très hautement significative entre les différentes molécules appliquées sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum* (F- ratio=6,15 ; p=0,000 ; p<1%) (Figure.III.14.).

Les analyses montrent que les extraits aqueux et méthanolique d'*Arum italicum* prélevés des deux régions de Médéa et Blida montrent une action toxique remarquable et plus ou moins semblable en comparaison au témoin (Figure III.14). La figure montre que les extrait des feuilles issues de la plante herbacée *Arum italicum* donnent efficacité moyennement importante a l'égard du taux de mortalité de la population étudiée par comparaison aux extraits des tiges (Figure III.14).

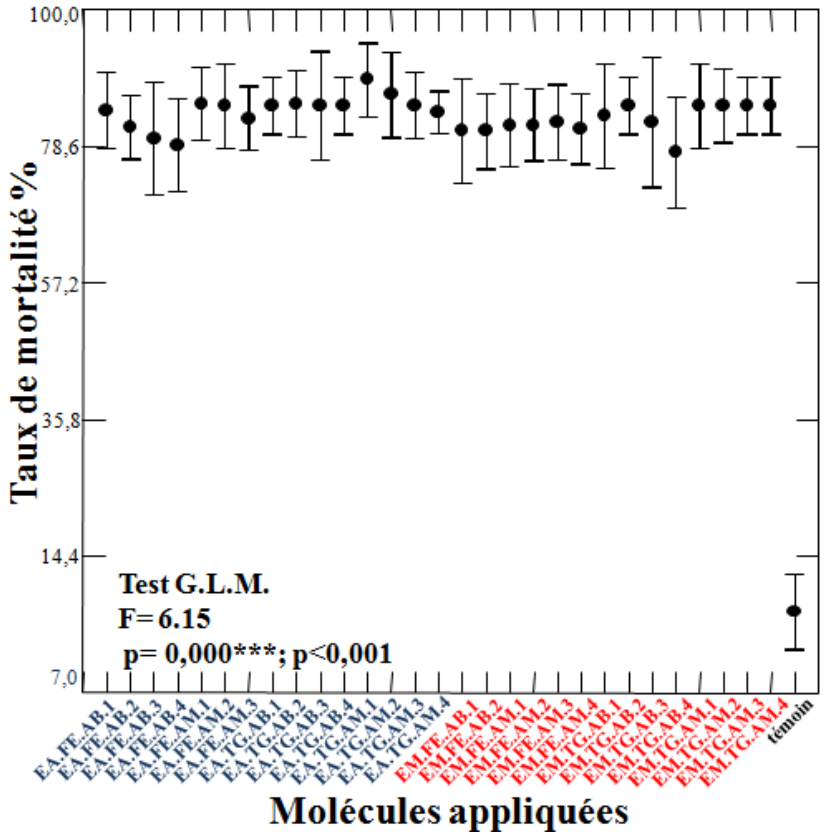


Figure III.14. Estimation de l'efficacité des molécules appliquées a base d'*Arum italicum* sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum*

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges.

*: Probabilité significative à 5 %, **: Probabilité hautement significative à 1‰. NS: non significative

III.4. Effet comparé des phytopréparation appliquées sur le taux de mortalité des ravageurs étudiés

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M), de manière à comparer l'activité insecticide des extraits (Extraits aqueux et méthanolique) issus de deux plantes *Citrus aurantium* et *Arum italicum* sur le taux de mortalité des populations étudiées *S. granarius* et *T. castaneum* (Figure.III. 15).

Les résultats présentés dans la figure III.15 révèlent une différence très hautement significative entre l'effet de différentes plantes utilisées en termes d'augmentation de nombre de mort des deux ravageurs (f-ratio=14,38 ; p=0,000) avec une toxicité distincte d'Arum d'Italie en comparaison avec le bigaradier.

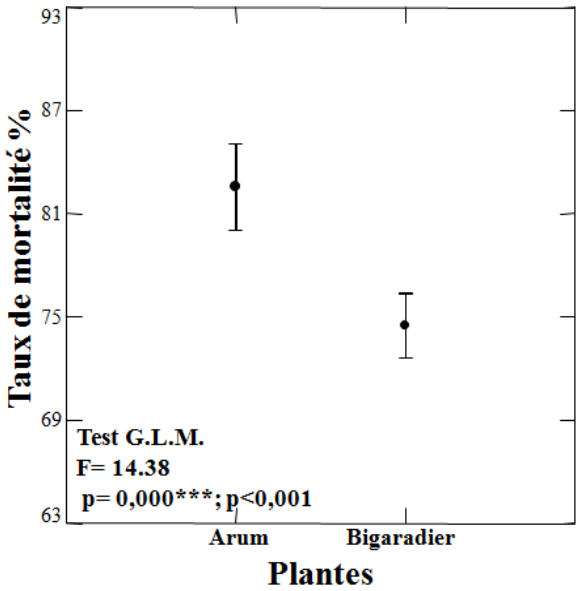


Figure III. 15. Etude comparée de la toxicité de deux plantes appliquées *Citrus aurantium* et *Arum italicum*

De même, la même analyse dénote que l'activité insecticide des extraits utilisés est très distinctive en termes d'augmentation de taux de mortalité de *S. granarius* et *T. castaneum* (f-ratio=106,76 ; p=0,000). Les resultats montrents que le taux de mortalité le plus élevé est enregistré chez les populations de tribolium *Tribolium castaneum* par contre le taux de mortalité le plus faible est enregistré chez la population de charançon de blé *Sitopholus granarius* (Figure.III. 16). .

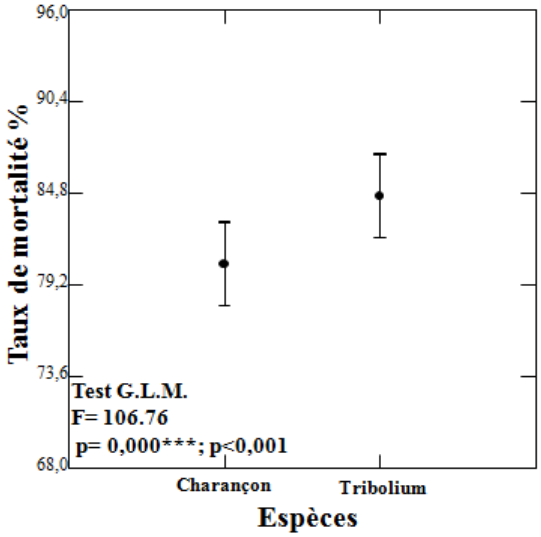


Figure III. 16. Etude comparée de l'effet des extraits de différentes plantes sur le taux de mortalité des deux ravageurs *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*

III.5. Evaluation des DL50 et des TL50 des extraits des plantes utilisés

III.5. 1. Evaluation des DL50 de différents extraits sur les organismes traités *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*

Pour évaluer les doses létales DL50 des différents extraits testés sur les individus de *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*, des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses de traitement sont tracées (Voir Annexe).

D'après le tableau III.5., les DL50 diffèrent selon l'extrait appliques. Chez les *Sitophilus granarius*, la DL50 des extraits de Bigaradier la plus petite est enregistrée pour l'extrait aqueux issu des feuilles de Blida avec 0,007mg durant le huitième heur d'exposition. La DL50 la plus grande est signalée pour l'extrait aqueux issu des fruits de Médéa avec 11,22 mg durant le douzième heur d'exposition.

Le même tableau (III.5.), montre que chez les charançons et sous l'effet d'Arum d'Italie la DL50 la plus petite est observée pour extrait méthanolique des tiges d'Arum récolté de la région de Blida avec 1,28 mg durant le sixième heur d'exposition alors que la dose létale cinquante la plus élevée est enregistrée pour l'extrait aqueux issu des feuilles d'*Arum italicum* originaire de Blida avec 64,56 durant la dixième heur après traitements.

Le tableau III.6., étale que chez les *Tribolium castaneum*, la DL50 des extraits de Bigaradier la plus petite est enregistré pour les extraits aqueux et méthanolique issu des feuilles des deux régions Blida et Médéa avec 0,007mg durant le huitième heur et le dixième heur d'exposition respectivement tandis que la DL50 la plus élevée est signalée pour l'extrait aqueux issu des fruits de Médéa avec 11,22 mg durant le douzième heur d'exposition.

Les résultats présentés dans le tableau III.6., démontre que chez le Tribolium, et sous l'effet d'Arum d'Italie la DL50 la plus petite est observée pour extrait méthanolique des feuilles d'Arum récolté de la région de Blida avec 1,31 mg durant le dixième heur d'exposition alors que la dose létale 50 la plus élevée est notée pour l'extrait aqueux issu des feuilles d'Arum récolté de la région de Blida avec 15,13 mg durant la dixième heur d'exposition.

Tableau III. 5. Dose létales des différents temps pour les différents extraits appliqués sur *Sitophilus granarius*

	Citrus aurantium								*Arum italicum*							
	DL50		**DL50**		**DL50**		**DL50**		**DL50**		**DL50**		**DL50**		**DL50**	
	EA.FR.BM.	EA.FR.BB	EA.FE.MB.	EA.FE.BB	EM.FR.MB.	EM.FR.BB	EM.FE.MB.	EM.FE.BB	EA.FE.AM.	EA.FE.AB.	EA.TG.AM.	EA.TG.ab	EM.FE.AM.	EM.FE.AB.	EM.TG.AM.	EM.TG.AB
2Hs	898.44	2020.95	2890,45	6413,1	101,25	203,02	505,54	1300,38	1258,9	5623,41	45708,8	14454	89,12	87,09	141,25	575,43
4 Hs	221.80	581.71	993,75	820,56	16,02	1,12	34,12	1,88	467,7	1348,96	2884,03	2884	316,22	46,77	3,38	42,65
6 Hs	65.19	82.72	14,12	123,89	3,2	1,02	29,33	46	4,78	630,95	1479,1	1479	11,22	12,02	4,78	1,28
8 Hs	22.85	14.03	0,045	0,007	1,02	0,99	1,02	19,85	162,18	281,83	478,63	478,6	11,13	6,54	1,54	4,78
10 Hs	17.37	8.36	0,05	0,83	0,99	0,86	10,12	14,02	281,83	64,56	288,4	288,4	5,01	11,74	13,8	4,32
12 Hs	11.22	8.11	0,069	1,5	0,86	0,78	99	0,98	39,81	141,25	158,48	158,4	4,12	16,59	13,8	2,39
24 Hs	16.70	16.70	2,51	4,02	0,76	0,75	0,11	0,97	31,62	144,54	109,64	109,64	4,11	16,02	13,8	
36 Hs	/	/	/	/	/	/	/	/	1,99	145,12	38,9	38,9	/	/	/	/
48 Hs	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
72 Hs	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges, BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruit.

Tableau III.6. Dose létales des différents temps pour les différents extraits appliqués sur *Tribolium castaneum*

	Citrus aurantium								***Arum italicum***							
	DL50		DL50		DL50		DL50		DL50		DL50		DL50		DL50	
	EA.FR.BM.	EA.FR.BB	EA.FE.MB.	EA.FE.BB	EM.FR.MB.	EM.FR.BB	EM.FE.MB.	EM.FE.BB	EA.FE.AM.	EA.FE.AB.	EA.TG.AM.	EA.TG.BB	EM.FE.AM.	EM.FE.AB.	EM.TG.AM.	EM.TG.AB
2Hs	898.44	2020.95	3890,45	7413,1	141,25	263,02	575,54	1380,38	269,15	321,59	575,43	851,13	31,62	38,01	312,12	229,08
4 Hs	221.80	581.71	1011,57	912,01	17,78	1,31	38,01	199,52	6,3	234,42	120,22	19,95	7,24	12,02	92,01	89,12
6 Hs	65.19	82.72	15,84	134,89	4,78	1,03	32,05	43,65	22,38	61,65	64,56	10,22	2,29	7,58	34,11	32,35
8 Hs	21.85	14.03	0,08	0,007	1,18	1,02	1,69	21,37	3,63	43,65	38,9	2,12	2,23	6,3	81,28	14,79
10 Hs	17.37	8.36	0,007	0,93	1,02	0,96	1,54	15,24	1,54	15,13	15,13	1,65	1,54	1,31	1,02	1,65
12 Hs	11.22	8.17	0,069	1,62	0,94	0,94	1,12	1,54	15,84	15,84	2,39	2,39	1,77	16,59	1,86	2,39
24 Hs	16.70	16.70	1,071	5,01	0,94	0,94	1,12	1,54	/	/	/	/	/	/	/	/
36 Hs	/	/	13,8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
48 Hs	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
72 Hs	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges, BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruit.

III.5. 1. Evaluation des TL50 de différents extraits sur les organismes traités *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum*

Pour évaluer les temps létal 50 (TL50) des différents extraits testés sur les L5 et les adultes de *S. gregaria*, des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des durées de traitement sont tracées (Voir Annexe).

Le TL50 renseigne sur l'importance de l'effet de différents extraits testés dans le temps.

D'après le tableau III.7., les TL50 diffèrent selon l'extrait appliques. Chez les *Sitophilus granarius*, le TL50 des extraits de Bigaradier le plus petit est enregistré pour l'extrait méthanolique issu des fruits de Blida avec un temps de 1,94 heur dans la première dose D1. Le TL50 le plus grand est signalé pour l'extrait aqueux issu des fruits de Blida avec un temps de 3.54 heurs d'exposition.

Le même tableau (III.7.), montre que chez les charançons et sous l'effet d'Arum d'Italie le TL50 le plus faible est observé pour extrait méthanolique des feuilles d'Arum récolté de la région de Médéa avec 1,02 heur dans la première dose tandis que le temps létale cinquante la plus élevée est signalé pour l'extrait aqueux des feuilles originaire de Blida avec 4,36 heur dans la même dose.

Le tableau III.8., étale que chez les *Tribolium castaneum*, le TL50 des extraits de Bigaradier le plus petit est observé pour les extraits méthanolique issu des fruits de Bigaradier de Blida avec un temps de 1,94 heur en première dose tandis que le TL50 le plus élevé est signalé pour l'extrait aqueux des fruits de Bigaradier de Médéa avec 3,54 heur toujours en première dose utilisée.

Les résultats présentés dans le tableau III.8., démontre que chez le Tribolium et sous l'effet d'Arum d'Italie le TL50 le plus petit est observé pour extrait méthanolique des tiges d'Arum récolté de la région de Blida avec 1,14 heur dans la dixième dose d'extrait alors que le temps létal 50 le plus élevé est noté pour l'extrait aqueux issu des tiges d'Arum récolté de la région de Blida avec un temps de 2,04 heur dans la première dose.

Tableau III.7. Temps létal des différentes doses pour les différents extraits appliqués sur *Sitophilus granarius*

	Citrus aurantium								*Arum italicum*							
	TL50		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**	
	EA.FR.BM.	EA.FR.BB	EA.FE.MB.	EA.FE.BB	EM.FR.MB.	EM.FR.BB	EM.FE.MB.	EM.FE.BB	EA.FE.AM.	EA.FE.AB.	EA.TG.AM.	EA.TG.BB	EM.FE.AM.	EM.FE.AB.	EM.TG.AM.	EM.TG.AB
D1	3.35	3.54	2,13	2,65	2,1	1,94	2,54	2,25	2,75	4,36	4,36	4,36	1,02	1,44	1,58	1,86
D2	3.61	4.34	3,12	3,45	2,33	2,14	2,14	2,56	3,16	5,49	4,16	4,16	1,47	1,51	1,77	2,04
D3	4.63	4.27	3,65	3,25	2,44	2,4	3,11	2,77	4,46	6,02	6,76	6,76	1,69	1,86	1,94	2,69
D4	4.22	4.83	3,85	3,12	2,11	2,55	3,02	3,08	3,71	6,31	7,07	7,07	1,86	2,75	2,51	2,81

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges, BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruit.

Tableau III.8. Temps létal des différentes doses pour les différents extraits appliqués sur *Tribolium castaneum*

	Citrus aurantium								*Arum italicum*							
	TL50		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**		**TL50**	
	EA.FR.BM.	**EA.FR.BB**	**EA.FE.MB.**	**EA.FE.BB**	**EM.FR.MB.**	**EM.FR.BB**	**EM.FE.MB.**	**EM.FE.BB**	**EA.FE.AM.**	**EA.FE.AB.**	**EA.TG.AM.**	**EA.TG.BB**	**EM.FE.AM.**	**EM.FE.AB.**	**EM.TG.AM.**	**EM.TG.AB**
D1	3.35	3.54	2,51	2,75	2,29	1,94	2,54	2,45	1,51	1,62	1,69	2,04	1,25	1,38	1,58	1,51
D2	3.61	4.34	3,16	3,63	2,39	2,34	2,75	2,69	1,62	1,94	2,04	2,08	1,44	1,54	1,62	1,14
D3	4.63	4.27	3,71	3,89	2,57	2,57	3,16	2,88	2,08	2,18	2,75	2,04	1,54	1,81	2,13	2,39
D4	4.22	4.83	3,71	4,07	2,59	2,69	3,17	3,16	2,51	2,63	2,63	2,95	2,13	2,18	2,23	2,69

EA : Extraits aqueux ; EM.: Extraits méthanolique; AB.: Arum Blida; AM. : Arum Médéa ; FE. : Feuilles ; TG. : Tiges, BB. : Bigaradier Blida ; BM .: Bigaradier Médéa ; FE.: Feuilles ; FR. : Fruits

Conclusion générale

La présente recherche a été mené dans le cadre de l'évaluation de la toxicité des extraits aqueux et méthanolique de *Citrus aurantium (Fruits et feuilles)* et d'Arum granarius (Feuilles et tiges) obtenus de deux régions différentes Médéa et Blida sur le taux de mortalité de ravageurs très redoutable en stocke *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum.*

Les résultats relatifs aux applications des extraits des compartiments (Fruits, Feuilles, Tige) des deux plantes ont montré une efficacité notable. Le recours aux extraits méthanolique de *Citrus aurantium* (Fruits et feuilles) et d'*Arum granarius* (Feuilles et tiges) montre une efficacité dont l'expression c'est exprimée par une augmentation importante de nombre des morts de deux ravageurs étudiés par comparaison aux extraits aqueux de la même nature.

Les résultats montrent que les extraits des fruits de bigaradier donnent un effet de choc knock-down important a l'égard de deux ravageurs par rapport aux extraits des feuilles où l'effet de choc reste moins important. A partir des résultats obtenus sur le taux de mortalité de *S. granarius* et *T. castaneum,* il apparaît clairement une nette augmentation de nombres de mort sous l'effet des extraits des feuilles d'Arum d'Italie par rapport aux extraits des tiges de la même plante.

Les résultats montrent une efficacité graduelle allant de la première dose, suivi par la deuxième dose, la troisième dose et en fin la quantième dose avec la plus faible efficacité.

Grace à ces résultats qui semblent intéressants, on peut conclure que les extraits obtenus d'*Arum italicum provoquent une toxicité importante a l'égard des organismes cibles par comparaison aux* extraits issus de *Citrus aurantium.*

Les résultats étalent aussi que les individus de *T. castaneum* expriment une sensibilité très distincte sous l'effet des molécules appliquées par rapport aux individus de Charançon de blé *S. granarius.*

En perspectives, il serait intéressant d'évaluer dans des études ultérieures :

- Elargir les effets d'efficacité sur d'autres modèles (acariens, bactéries, champignon…).

- Étendre nos expériences à toutes les espèces de ravageurs qui attaquent les grains de blé en post-récolte et aux ennemis naturels.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

Les pertes post-récolte des céréales et légumineuses sont encore en en Algérie un problème majeur. Les réponses apportées pour combattre les insectes, principaux déprédateurs des stocks, ont été essentiellement chimiques. Cependant, compte tenu des nuisances associées à l'utilisation des pesticides, sélection de souches résistantes, pollution de l'environnement, intoxications, la recherche d'alternatives s'impose. Le recours aux phytopréparations comme les extraits des plantes peut avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives sans danger et de faible rémanence. Ce travail s'affilie dans le cadre de l'exploitation de certaines nouvelles molécules bioactives issus de plantes facilement utilisables par les agriculteurs.

Dans ce contexte, la présente étude rentre dans le cadre de la recherche et l'inventaire de la flore naturelle locale pouvant présenter des effets biocides. Elle a pour objectifs de valoriser certaines nouvelles molécules bioactives issues de plantes. Ce travail est basé sur l'étude de l'effet insecticide des extraits (Extrait aqueux, extrait méthanolique) issus de deux plantes fréquentes en région méditerranéenne *Citrus aurantium* (Rutaceae) et *Arum italicum* (Araceae).

Les bioproduits obtenus (Extrait aqueux et extrait méthanolique.) avec les différentes concentrations sont testés à l'égard de deux ravageurs très redoutable en stocke *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum*.

IV.1. Rendement et taux d'humidité

Nos résultats montrent que le rendement le plus élevé est obtenu dans l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique à base de fruits de bigaradier récolté de la région de Médéa alors que le plus faible rendement est obtenu dans l'extrait aqueux à base de fruits de bigaradier récolté de la région de Blida. Les mêmes résultats présentent que, les rendements les plus important sont obtenus dans les extraits aqueux et les extraits méthanolique à base des feuilles d'*Arum italicum* par comparaison aux rendements des extraits à base des tiges.

Cette distinction dans le rendement peut être est dû aux conditions environnementales, climatiques, géographiques, la période de récolte et la technique de distillation (Lahlou, 2004). La distinction signalée au niveau des rendements des extraits peut être attribuée au degré de polarité des composés extraits et aux solvants utilisés, néanmoins la forte solubilité des pigments, des enzymes et des composés bioactives dans l'eau, témoigne son utilisation universelle dans les préparations des décoctions à

base de plantes comme remèdes thérapeutiques (Hsu et Coupar, 2006 *in* Daghbouche et *al*., 2017).

Les résultats montrent que la poudre des fruits de bigaradier récoltés de la région de Médéa présente le taux d'humidité le plus élevé par comparaison à la poudre des fruits récoltés de Blida et poudre des feuilles des deux régions. En outre, la poudre des feuilles d'*Arum italicum* présente des taux d'humidité élevés par rapport à la poudre des tiges. Selon Kothe, (2007), les plantes aromatiques contiennent des proportions d'eau qui varient entre 43% à 63%, cette variété d'une plante à une autre est premièrement due à l'espèce elle même puis aux facteurs environnement citant : l'habitat et la saison.

IV.2. Évaluation de l'activité insecticide des phytopréparations sur le taux de mortalité de deux ravageurs étudiés

Les extraits de différente plantes *Citrus aurantium* (Feuilles et tiges*)* et *Arum italicum* (Feuilles et tiges) ont montré un pouvoir insecticide important sur les cibles étudiée. Ces résultats nous autorisent de suggérer que les bioproduits contiennent une grande diversité des composants bioactifs ayant été extériorisés pendant les différentes étapes de l'extraction. Cette hypothèse est consolée par une littérature assez riche qui stipule que les plantes étudiées contiennent des substances naturelles défensives qui ont servi d'insecticide depuis longtemps.

Les résultats étalent que les extraits aqueux et méthanolique des fruits et des feuilles de bigaradier provoque un *Knock*- down remarquable sur les individus des populations traitées. L'effet répressif des extraits du Bigaradier rejoint les nombreuses études qui ont fait un état des lieux sur la qualité des composantes des huiles essentielles.

Le bigaradier est très prisé en phytothérapie, il est utilisé comme Sédatif, anxiolytique, hypotenseur, propriétés anticancéreuses, hypolipémiant, anti-inflammatoire, somnifère léger, spasmolytique, anti-infectieux léger, tonique digestif, hémostatique, insecticide, grâce à sa composition en: flavonoïdes, synéphrine (alcaloïde qui stimule le système nerveux central), pectines, linalol, limonènes, l'acétate de linalyle coumarines, et carotènes (Baba Aissa et *al*., 2017 ; Hamdani, 2012, Brixi Gormat, 2017).

Selon EL-Akhal, et *al*., (2014), l'huile essentielle de *Citrus aurantium* a présenté une forte activité larvicide avec 100% de mortalité sur les larves de moustiques *Culex pipiens.* Cette activité pourrait être due à la composition chimique des deux huiles constituée majoritairement de limonène, appartenant aux monoterpènes qui sont célèbres pour leur effet insecticide envers plusieurs espèces d'insectes. L'huile essentielle du bigaradier est très efficace à l'égard de bruche *Acanthoscelides obtectus,* vu que cette plante est très riche en linalol et en acétate de linalyle d'après Hamdani (2012). Les huiles essentielles de *C. aurantium* exercent des effets négatifs sur le bruche

callosobruchus maculatus, ils affectent la longévité, la fécondité, la fertilité et le taux du succès du bruche (Douiri, 2014). Une étude montré, que l'huile du bigaradier *citrus aurantium* s'est révélé toxique vis-à-vis des larves et des adultes de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Zarrad, et *al*., 2017). Les huiles essentielles du bigaradier *citrus aurantium* sont connues avoir un pouvoir fumigant. Ce pouvoir insecticide est démontré par le taux important de mortalité des adultes de puceron *Myzus persicae*.

Les analyse montrent que la concentration la plus grande (D1) donne une toxicité plus élevée par rapport autre dose la dose. Ces résultats sont confirmés par ceux trouvés par Belhadi et *al* (2015 *in* Baba Aissa et *al*., 2017) qui ont montré que la toxicité du Bigaradier est dépendante de la dose signalant que plus la dose augmente plus l'extrait présent un effet biocide plus important.

Les résultats étalent que les différents extrait d'A*rum italicum* provoque une activité insecticide remarquable a l'égard du taux de mortalité de *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum*.

Toute la plante est toxique mais les principes toxiques des arums sont peu connus chimiquement. L'activité est rapportée à des saponosides, à un composé volatil et instable, l'aroîne ou aronine, et à des oxalates (Hammiche et *al*., 2013). Boumediou et Addoun, (2017), classent la plante herbacée *Arum italicum* dans le rang des plantes toxique.

Les résultats ont montrés que l'effet des extraits méthanolique à la dose complète provoque une action de choc importante a l'égard de *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum* par comparaison aux extraits aqueux où l'action reste moins importante. Cette variation dans l'efficacité de *C. aurantium* et *A. italicum* peut être elle est en rapport avec les méthodes d'extraction et les solvants utilisés.

Les analyses démontrent que les extraits issus d'*Arum italicum* exercent un effet insecticides remarquable a l'égard de des organismes cibles étudiés *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum*. D'autres études, montrent que les plantes peuvent synthétiser plusieurs solutés compatibles, dont la composition varie en fonction des espèces et des organes (Levigneron, et *al.,* 1995). Cosentino et *al.* (1999 *in* Tchaker, 2018), confirment aussi qu'a l'intérieur d'une même espèce végétale, on observe des variations chimiques importantes ayant conduit à admettre l'existence de races chimiques.

Les résultats dévoilent une variabilité d'action entre les extraits de différents compartiments *C. aurantium* et A. *italicum* à l'égard de la mortalité des organismes cibles. En effet, l'extrait aqueux des fruits de bigaradier signale une toxicité accentuée par rapport a l'extraits des feuilles de la même plante ainsi les résultats étalent que, l'extrait aqueux des feuilles d'Arum signale une toxicité accentuée par rapport a l'extraits des tiges.

Cette variabilité d'effet s'explique par la capacité des tissus des compartiments à accumuler les métabolites secondaire. La théorie de l'«*Optimal Defense»* renforce l'hypothèse proposée. Cette théorie, estime que l'intensité des métabolites secondaires n'est pas toujours identique dans les différents tissus de la plante. En effet, la concentration des composés secondaires est plus forte au niveau des parties importantes en termes de fitness pour la plante et au niveau des zones présentant de fortes probabilités d'attaques (Zangerl, et Bazzaz, 1992 *in* Tchaker, 2018). D'après Djeddi (2012), les différentes parties d'une plante (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines) ont des modalités de croissance bien déterminées et chacune d'entre elles renferment, à des moments précis et en proportions variables, les différents éléments qui conditionnent leur qualité et leur efficacité. Toutefois, il est à signaler la présence d'une différence d'action entre les extraits considérés qui pourrait être expliquée par une différence de composition chimique et une dissemblance quantitative et qualitative entre la partie aérienne, et la partie souterraine chez certaines espèces végétales. D'une autre manière, les métabolites secondaires se répartissent très inégalement selon les végétaux, quelquefois entre des espèces très voisines ou même entre différentes sous-espèces ou variétés à l'intérieur d'une même espèce (Macheix, et *al*., 2005 *in* Tchaker, 2018).

Les propriétés des plantes médicinales dépendent essentiellement de la région de production, de la période de récolte et des techniques de cueillette. La connaissance du calendrier des récoltes et des techniques de cueillette et de conservation doit toujours être considérée afin de garantir la qualité des produits (Djeddi, 2012). Selon Tissut et *al*.(2006 *in* Tchaker, 2018), la valeur médicinale des plantes spontanées, elle se montre très inégale puis qu'elle varie suivant l'origine, le terrain et les conditions de croissance. Dans le présent travail, les résultats obtenus, démontrent que les extraits aqueux de deux plantes *C. aurantium* et *A. italicum* prélevée de la région montagneuse Médéa produisent une action toxique sur les individus de *Sitophilus granarius et Tribolium castaneum* par rapport a l'autre région Blida.

Tchaker (2018), montre que la capacité de la plante de développer ou de synthétiser différentes molécules défensives (protection et/ou correction) est étroitement liée à sa valence écologique. Cette dernière, est due au pouvoir d'une plante à s'adapter et à supporter les variations des conditions environnementales. En outre, la qualité et la quantité des métabolites des extraits aqueux varient de façon sensible avec le milieu d'implantation des plantes. Dans la nature, les plantes sont constamment influencées et soumises à des variations environnementales (Parent, et *al*., 2008.)

Les études ont montré que les changements de température et de précipitation affectent directement la physiologie et les taux métaboliques (Hughes, 2000 *in* Tchaker, 2018). Ainsi, la période de la journée, la durée d'ensoleillement et l'amplitude thermique entre le jour et la nuit influencent également l'activité physiologique et biochimique des plantes (Tilman, et *al*., 2001).

Les résultats de cette recherche mettent en exergue aussi, l'action toxique des extraits aqueux obtenus de la région montagneuse de Chréa sur l'abondance et les populations résiduelles d'Euphyllura olivina. L'altitude influencerait la physiologie de la plante (Montagnon, 2003). En altitude, pour se protéger du rayonnement solaire, les plantes synthétisent des substances de défense aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires. Ces molécules sont alors une cible pour la recherche pharmaceutique (Salvi, et *al*., 2002).

L'analyse montre que les espèces cibles *S. granarius et T. castaneum* se réagissent très inégalement sous l'effet de différents extraits employés.

Les résultats de Ménager et *al*. (2009, *in* Tchaker, 2018) étalent que la physiologie des organismes vivants réagit différemment à une substance toxique à laquelle ils sont exposés. En règle générale, les effets des produits phytosanitaires sur les arthropodes dépendent des traits de vie, des paramètres démographiques et du stade de développement au moment de l'application (Cemagref, 2007). Autrement dit, l'action des insecticides varie en fonction des espèces, ils peuvent modifier la structure des communautés en augmentant l'abondance de certains taxons et diminuant l'abondance d'autres taxons.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abdelly, C., 2008**. Phenolic composition of cynara cardunculus L. organs and their biological activities .*C.R. biologie, 331:372-379.*

2. **Alzouma, J. ; Huignard, J. et Lenga, A., 1994. «** les coléoptères bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropical ».*IN* Post-Récolte, principes et application en zone tropicale, ESTEM-AUPELF, pp.79- 103.

3. **Anonyme, 1978**. Les insectes et les acariens des céréales stockées. Coed. A.F.N.O.R I.T.C.F, paris, p37.

4. ***Ash*amo, M.O., 2006**. Relative susceptibility of some local and elite rice varieties to the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae). *J. Food Agric. Environ., **4**(1), 249-252.*

5. **Aziez, M. ; Hammadouche, O. ; Mallem, S. et Tacherifet, S., 2003.** Le guide pratique pour l'agréeur céréales et légumineuses alimentaires. C. N. M. Z, Algérie, 55 p.

6. **Atmani, D. ; Chaher, N. ; Berboucha, M. ; Ayouni, K. ; Lounis, H. ; Boudaoud, H. et debbache N., 2009.** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian mediecinal plants, *Elsevier, Food chemistry, 112: 303-309* .

7. **Baba-Aissa, K. ; Moussaoui, K. ; Berahal, S. ; Verdeguer, M. et Djazouli Z.D., 2017.** Effet biocide de l'huile essentielle formulée du bigaradier *citrus aurantium* l. (1753) sur le puceron noir de la fève A*phis fabae. (scopoli, 1763). Revue Agrobiologia*

8. **Boumediou, A. et Addoun, S., 2017.** Étude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Thèse doctorat, Université Tlemcen, Algérie, 130p.

9. **Bouamer, A. ; Bellaghit, M. et Mollay, Amera. , 2004.** Etude comparative entre l'huile essentielle de la Menthe vert et la Menthe poivrée de la région de Ouargla ; mémoire des .unive. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.

10. **Betoret, E. ; Betoret, N., Carbonell, J.V. et Fito, P., 2008.** Effects of pressure homogenization on particle size and the functional properties of citrus juices. *Journal of food Engineering*. Sous press.

11. **Benayad, N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines. Moyen efficace contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche, faculté des sciences de Rebat.

12. Brixi Gormat, N., 2017. Activités biologiques de l'huile de pépins de Bigarade (*Citrus aurantium*) chez le rat Wistar soumis à un régime supplémenté en cholestérol. Thèse doctorat, Université Tlemcen, Algérie, 184p.

13. Bssaibis., 2009 in thèses d'Extraction des polyphénole du lentisque *(Pistacia lentiscus.L*) de la région de Médéa et l'évaluation de son activité antimicrobienne .2018.

14. Camara, A., 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (coleoptera: curculionidae) et *Tribolium castaneum* herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse. Doctorat., Univ., Québec, Montréal, 154p.

15. Cemagref., 2007. Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts, Sur la trace des pesticides

16. Cruz J, F. ; Tronde F., Griffon, D. et Heber J. P., 1988. Conservation des grains en région chaudes « techniques rurale en Afrique »**.** 2ème ed, Ministère de la coopération et du développement, Paris France, 545 p.

17. Champ, B.R et Dyte C.E., 1978 .Rapport de l'enquête mondiale de la F.A.O sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides.

18. Subramanyam, Bh. et **Hagstrum D.W, 1995**.Resistance Measurement and Management, chapter 8.In Integrate d Mangement of insects in stored products. Edition .

19. Delobel, A., Tran, M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. ORSTOM/CTA. Faune tropicale 32. désertiques méridionales, Tome II, Ed. CNRS, Paris, 424p.

20. Djeddi, S., 2012. Les huiles essentielles «Des mystérieux métabolites secondaires ». Presses Académique francophone, ISBN : 978-3-8381-9, 57p.

21. Daghbouche, S., Daghbouche, A. E. S., Boulessnam, A. E. M., Snoussi, S-A.et **Djazouli, Z-E., 2017.** Variation phrénologique du contenu phytochimique et de l'activité antibacteriènne de *cytisus triflorus* l'her. *Revue agrobiologia*, 7(2): 548-561.

22. Douiri, L.F., Boughdad, A,; Moumni M., 2014. Efficacité des huiles essentielles de *citrus aurantium* pour lutter contre *callosobruchus maculatus* (f.) (Coleoptera, bruchidae). RIPAM. MEKNES, 21, 22 et 23 Juin 2014, 10p.

23. DUCOM P., 1987.dernières tendances dans la protection des stockes. phytoma Déf. Des cultures., N° 385., Pp38-39. Ed.A.P.R.I.A., Paris.76p. DUCOMP, 1987- dernières tendances dans la protection des stockes. phytoma Déf. Des cultures., N° 385., Pp38 - 39. Ed.A.P.R.I.A., Paris. 76p.

24. EMISSIE G., TEFERA T., TADESSE A., 2008- Importance of husk covering on field infestation of maize by Sitophilus zeamais Motsch (Coleoptera: Curculionidea) at Bako, Western Ethiopia. Africain Journal of Biotechnologies 7(20), pp : 3777-3782.

25. Diome, T., 2014. Biodémographie et diversité génétique des populations de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae) ravageur des grains de mil (*Pennisetum glaucum* Brown) en stock au Sénégal. Thèse de Doctorat unique en Génétique des populations, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar. 103p.

26. El-waziry , A.M., **2007**.Nutritive value assessment of ensiling or mixing acacia and atriplex using in vitro gas production technique .Res .J.Agri . Biolog.Sci., V .3: 605-614.

27. EL-Akhal, F., Guemmouh R., Greche H., El Ouali Lalami A., 2014. Valorisation en tant que bio-insecticide de deux huiles essentielles de *Citrus sinensis* et *Citrus aurantium* cultivées au centre du Maroc (Valorization as a bio-insecticide of essential oils of Citrus sinensis and Citrus aurantium cultivated in center of Morocco). *Environ*, Sci. 5 (S1) (2014) 2319-2324.

28. EL-Akhal F., Guemmouh R., Greche H., El Ouali Lalami A., 2014. d'après Hamdani (2012). Thèse Mag., Univ. Tizi-Ouzou, 97p.
Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semence.

29. Giga D. P., Mutemerewa S., MOYO G., Neeley D., 1991 Assessment and control of losses caused by insect pests in small farmers' stores in Zimbabwe. *Crop Protection* **10**(4), pp : 287-292

30. Grenier A M., Nardon P., Bonnot G., 1986 - Importance de la symbiose dans la croissance des populations de *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptère Curculionidae).

31. Hamdani D., 2012. Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques du bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de magister, Université Tizi-Ouzou, Algérie, 126p.

32. Hamdani D., 2012. Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus Say*. (Coleoptera : Bruchidae). Thèse Mag., Univ. Tizi-Ouzou, 97p.

33. Hammiche, V., Merad, R. et Azzouz M., 2013. Arum d'Italie. Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen pp 39-41.

34. Hamia et *al.* **2014** in thèse de Extraction des polyphénole du lentisque (Pistacia lentiscus.L) de la région de Médéa et l'évaluation de son activité antimicrobienne .2018**Hayouni, e, abedrabba,M ,** Bouix ,M . and hamdi , M . 2007, the effect of solvents and extraction méthode on the phenolique compounds contents and biological activities in vitro of Tunisian Quercus coccifera l, and juniperus phoenicea l , fruit extract.journal of food chemistry , 105: 1126-1134.

35. Isabelle Escartin. 2011. Guide des agrumes, découvre le chemin des plantes. Institut KLORANE, protéger explorer éduquer, 13.

36. ISMAN. Etude des possibilites d'utilisations des formulations a base de fruits secs de Xylopiaaethiopica Dunal (Annonaceae) pour la protection des stockes de niebe contre Callosobruchusmaculatus Fabricius (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire online, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique.

37. JOSEE B. and BERNAR E ., Lutte contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : Inventaire en harmonie face à la complexite. Phytoprotection , 82 (2006) 83-90.

38. Khaled, W. ; Zarrad K. ; Souguir S., Gasmi, C., Tayeb W., Laarif A. et Chaieb I., 2013. Chemical composition of essential oils of fruits of three ripening stages of bitter orange and their insecticidal potential against the aphid (Myzus persicae).

39. Ketho, G. ; K, Glitho, I. A and Koumaglo, **2004.** Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces de genre Cympobogongenus (poaceae). J. Soc. Ouest. Afr. Chim, 18 : 21-34.

40. Kellouch, A. and **Soltani, N. 2004.** Activite biologique des poudres de cinq plantes des huiles essentielles, d'une d'entre elle sur callosbruchus maculatus (F) .Internationale journal of tropicale insect science .24 () 184-191.

41. Ksouri, R . ; Megdiche ,w. ; falleh ,h ., trabelsi ,n .,boulaaba ,m ,smaoui ,a . and abdelly, C., 2008. influence of biological , environmental and technical factor on phenolic content and antioxidant activities of tunisian halophytes comptes rendues de biologie 333(11): 865-873.

42. Kawashty, S. ;A.,Mosharrafa , S.A.M. ; El-gibali , M., et saleh , N.A.M., 2000 . the flavonoides of four pistacia species in Egypt . Biochemical systematic and ecology , 28:915-917 .

43. Kothe H ., 2007.,1000 plantes aromatiques et médicinales . ed : terre edition . P 7 -13**- Lepesme P., 1944-** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed.Chevalier., Paris, 335p.

44. Levigneron, A.; Lopez, F.; Varisuyt, G.; Berthomien, P. & Casse-Delbar, T., 1995. Les plantes face au stress salin. Cahier d'agriculture. 4: 263-273.

45. Hami, M. ; Taibi, F. ; SMAGGHE. G. and SOLTANI-MAZOUNI, **N. 2005.** Comparative toxicity of three ecdysone agonist insecticides agonist the Mediterranean flour moth. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.

46. Markham R.H., Bosque- Perez N.A., Borgemeister C ET Meikle W.G., 1994- Developing pest management strategies for the maize weevil,*sitophilus zeamais* and the larger grain borer, *Prostephanus truncatus*, in the humid and subhumid tropics.FAO Plant Protection Bulletin 42.

47. Montagnon, C., 2003. Cafés: terroirs et qualités. Ed. CIRAD, ISBN 2-87614-536-7, 156 p.

48. Messaoudi S. 2005. Les plantes médicinales. Edition Dar et Maarifa. [Simpson W.T., 1999]. in thèse de Extraction des polyphénole du lentisque (Pistacia lentiscus.L) de la région de Médéa et l'évaluation de son activité antimicrobienne .2018.

49. **Nmahmoudi, S. ; KHALI, M. et Mahmoudi N., 2013.** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (Cynara scolymus L.), *Nature & Technologie , 09 : 35-40* .

50. Microbiol. Hyg. Alim.-Vol 25, N° 73 – juillet 2013 (4ème Journée GEDIV 4 et 5 mai 2013), 107-111.

51. Ndiaye, Decole Sidy Baba., 1999. Manuel de stockage et de conservation des céréales et des 1.oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonds Belge de Survie.

52. Ngamo, T.L.S, E and Moukala, O.E. Protection of stored Maize against Sitophilus zeamais (Motsch.) by use of essential oils of spices from Cameroon. Medical faculty Landbouww University of Gent, 66 (1981) 473-478.

53. Lahlou, M., 2004. Methods to study fifes phytochemislry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research, 435-448.

54. Pfohl-Leszkowicz A., 1999- Les mycotoxines dans l'alimentation Evaluation et gestion du risque. Lavoisier, collection. Tech & Doc, 1999. .478p

55. Parent, C.; Capelli, N. & DaT, j., 2008. Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes Reactive oxygen species, stress and cell death in plants. *Comptes Rendus Biologies*, Vol. 331, Issue 4, p 255-261.

56. Roux-Sitruk D., 2008. Conseil en aromathérapie, Ed : Pro-officina. France. Scotti G., 1978 : Les insectes et les acariens des céréales stockées, Ed. Coed. AFNORI. T. F. C, 238P.

57. Romani, A. ; pinelli, p, ; galardi, **C ; Mulinacci, N** et **tattini, M, 2002** .identification and quantificattion of galloyl derivativees, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of pistacia lentiscus L. phytochemical analysis, 13 : 79-86 Rotterdam (Netherlands) : A.A.Balkema. 59 P.

58. Regnault, S. Roger and Hamraoui, **A. 1997.** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molecules allelochimiques. Ed Acta Bot.Gallica 144 ():401-412.

59. Tilman, D.; Reich, P.B.; Knops, J.; Wedin, D.; Mielke, T. et **Lehman, C. 2001.** Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science, 294: 843-845.*

60. Taibi. F, G. ; Smagghe, L. ; AMRANI and SOLTANI-MAZOUNI N., 2003. Effect of ecdysone agonist RH-0345 on reproduction of mealworm, Tenebrio molitor. Comparative biochemistry and Physiology Part, 135 () 257-267.

61.Vaivankijkul, 1973. in angl. Red flourbeetle, all. Rotbrauner Reismehlkäfer, ital. Tribolio castano Version 2014.

62. Throne, J. E., 1994. Life history of immature maize weevils (*Coleoptera : Curculionidae*) on corn stored at constant temperatures and relative himidities in the laboratory . Environnemental Entomologies 23, pp : 1459_1471

63.Zarrad, K., Chaieb, I., Ben Hamouda, A., Bouslama, T., et Laarif, A. 2017. Chemical composition and insecticidal effects of *Citrus aurantium* essential oil and its powdery formulation against *Tuta absoluta*. Tunisian Journal of Plant Protection 12 : 83-94.

- Annexe A -

tableau 01:Températures moyennes mensuelle de l'année 2018 à AEN BOUCIFE

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
T Maxi (°C)	4.18	10.11	12.22	16	26.44	32.4	37.17	35.4	30.55	20	11.75	6.62
T Mini (°C)	3.32	8	11	14	18	22	25	26.04	19.83	17.4	9.6	4.66
T moy (°C)	3.74	9.01	11.48	15	22	27.1	31	31	25.19	19	11	5.64

tableau 02: Pluviométrie moyennes mensuelle de l'année 2018 à AN BOUCIFE

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Pluviométrie Total (mm)	77.3	19	27.3	62	3.1	1.3	01	01	37.1	54.5	31.1	62
Pluviométrie moyenne(mm)	2.5	0.70	0.90	2.10	0.1	0.003	0.33	0.03	1.24	1.80	1.04	2.10

Tableau 03 : table de transformation des pourcentages en probit (Cavelier, 1976)

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	4.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

Par exempl, pour une mortalité de 20% , le probit correspondant serait 4,16.En outre, pour une mortalité de 27% , le Probit correspondant serait 4,39.