

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : science de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Département : Biologie
Spécialité : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Thème

Impact d'un insecticide végétale *Ricinus communis* sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica* (L.)

Présenté par

M^{lle} Khelifi Aya

M^{lle} Bennecer Rania

M^{lle} Dilmi khaoula

Devant les membres de jury

M ^r Baali Salim (M.A.A)	Président	Université 8 mai 1945 Guelma
M ^{me} Boukemara Hanene (M.C.B)	Examinatrice	Université 8 mai 1945 Guelma
M ^{me} Messiad Rouhia (M.C.B)	Promotrice	Université 8 mai 1945 Guelma

Juillet 2021



Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier "ALLAH" le tous puissant, pour nous avoir donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Notre sincère gratitude va à Mr BAALI pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nos remerciements vont également à Mme BOUKEMARA pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous tenons à remercier sincèrement notre encadreur Dr. MEÛSIAD de nous avoir encadrées, guidées et accompagnées dans ce travail ainsi, que sa compréhension et ses précieux conseils, qui nous ont aidées dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, depuis le début de notre premier cycle d'études jusqu'à la fin de la cinquième année universitaire 2020/2021.



Je dédie ce travail à :

*A mon père FARID et ma mère HOUDA BOUSTILA , à mon deuxième père
KHELIFI BOUGUERA pour, leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur
soutien tout au long de mes études*

*A mon frère CHAMSSE-EDINE et ma sœur LINA, pour leurs aides
permanents et leur soutien moral,*

A toute ma famille KHELIFI & BOUSTILA

*Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour vos
encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous
m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout
Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.*

*A mes chères amis: WISSAL ,ASMA ,RANIA , MARWA ,ZAHRA ,
YOUSRA ,RAYENE ,WAFFA,IBTIHEL, CHAIMA et KHAOULA pour
leurs encouragements,*

A Notre promotrice

*Je dédie ce travail à Madame MESSIAD, dont la disponibilité, le savoir-Faire
et le soutien ne nous ont jamais fait défaut.*



AYA



Je dédie ce travail à :

Aux deux âmes les plus chers, Mes PARENTS pour tous leurs sacrifices, leurs amours et leurs soutiens au long de mes études.

A mes sœurs NAWEL et NABILA pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes frères, que dieu leur bénisses

A mes chères collègues AYA et KHAOULA

*A tous ceux qui m'ont aidé à atteindre et à réussir spécialement ASMA
TINAME et RANIA.*

A Notre promotrice

Je dédie ce travail à Madame MESSIAD, dont la disponibilité, le savoir-faire et le soutien ne nous ont jamais fait défaut.



RANIA



Je dédie ce travail à :

Une mère aussi rare, une mère en or, un trésor « WASSILA ».

*Mon père qui a toujours veillé à mon éducation et mon instruction
« MOUHAMED ».*

*A mes chers frères (AKRAM, AYMEN, HOUSSAM) et ma sœur (AIDA) pour
leur véritable et sincère amour.*

*A mon faïencé « ZINE EL ABIDINE », qui est de retour à un grand préféré
dans ce travail.*

A ma promotrice Mme MESSIAD, je lui souhaite tout ce qui est beau.

*A mes enseignants, je leur souhaite de beaux moments,
qui m'ont dirigée vers le chemin de succès par leur compréhension et leur conseil.*

A tous mes amis à qui j'ai partagé des moments agréables :

*SABRINA , MERIEM, KENZA , AMIRA , -KHADEDJA , NOUR,
AMIRA FATMA, NOUR ELHOUDA, SOUNDOUSSE , INES, ASMA
SISSOUMA, RANIA et AYA.*

Je précise mon Dédicace à toute ma famille

(DILMI- HEDROUGUE et BOUDFER).



KHAOULA



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

Partie I : Revue bibliographique

Chapitre I : Présentation de *Blattella germanica*.....1

I.1. Introduction.	1
I.2. Origine et répartition géographique de <i>Blattella germanica</i>	1
I.2.1. Répartition géographique de <i>Blattella germanica</i> en Algérie.....	2
I.3. Taxonomie de <i>Blattella germanica</i>	3
I.4. Description de <i>Blattella germanica</i>	4
I.5. Cycle biologique.....	6
I.5.1. Le stade œuf.....	6
I.5.2. Le stade larvaire	7
I.5.3. Le stade adulte.....	8
I.5.4. Processus de reproduction chez les femelles adultes de <i>Blattella germanica</i>	9
I.6. Méthodes de lutte.	13
I.6.1. Lutte chimique.	13
I.6.2. Lutte biologique.	14
I.6.2.1. Les bactéries.....	14
I.6.2.2. Les virus.....	15
I.6.2.3. Les champignons.....	15
I.6.2.4. Les protozoaires.....	15
I.6.2.5. Ennemis naturels.....	15
I.6.2.6. Les nématodes entomopathogènes.....	16
I.6.2.7. Bio-insecticide d'origine végétale.....	16
I.6.3. La lutte physique.....	17

Chapitre II : Etude ethnobotanique de *Ricinus communis*.....18

II. Présentation et description de l'espèce	18
II.1. Taxonomie de <i>Ricinus communis</i> (L.)..... ;.....	18
II.2. Nomenclature de <i>Ricinus communis</i> (L.).....	18
II.3. Généralité sur le genre <i>Ricinus</i>	18
II.4. Systématique de <i>Ricinus communis</i> (L.).....	20
II.5. Description botanique du taxon.....	20
II.5.1. La floraison.....	21
II.5.2. Les fruits et les graines.....	22
II.5.2.1. Les fruits.....	22
II.5.2.2. Les grains	23
I.6. Distribution biogéographique de l'espèce.....	24
II.6.1. Propagation et répartition	24
II.6.1.1. Répartition mondiale.....	24
II.6.1.2. Répartition en Algérie	25
II.7. Conditions édaphoclimatiques.....	25
II.7.1. Exigences climatique	25
II.7.2. Exigences édaphiques	25
II.8. La phénologie.....	25
II.9. Utilisation du ricin	26
II.9.1. Utilisation traditionnelle	26
II.9.2. Utilisations médicinales.....	27
II.9.3. Utilisation industrielle	28
II.10. Caractéristiques phytochimiques de <i>Ricinus communis</i>	28
II.10.1. Propriétés physico-chimiques	29
II.10.1.1. L'huile de ricin.....	29
II.10.1.2. Ricine.....	30
II.10.1.3. La ricinine	31
II.11. La toxicité.....	32
II.11.1. Mécanisme de toxicité	32
II.12. Lutte biologique et activité bioinsecticide.	34
II.12.1. Activité insecticide.....	34

Partie 2 : Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes	36
---	-----------

III.1. Objectif de travail.....	36
III.2. Matériel.....	36
III.2. 1. Matériel biologique.....	36
III.2.2. Matériel Végétale.....	37
III.2.2.1. Présentation de <i>Ricinus communis</i>	37
III.2.2.2. Récolte des grains de la plante (Echantillonnage).....	38
III.3. Méthodes.....	38
III.3.1. Méthode de prélèvement des insectes.....	38
III.3.2. Elevage en laboratoire.....	39
III.3.3. Préparation de la pâte des grains de <i>Ricinus communis</i>	40
III.3.4. Traitement des insectes et prélèvement des ovaires.....	40
III.4. Analyse statistique.....	41
Chapitre IV : Résultats.....	43
IV.1. Morphométrie de l'ovaire.....	43
IV.1.1. Effet de <i>Ricinus communis</i> sur le nombre d'ovocytes par paire d'ovaires ..	43
IV.1.2. Taille de l'ovocyte basal del'ovocyte basal... ..	44
IV.1.2.1. Effet de <i>Ricinus communis</i> sur la longueur et la largeur.....	44
IV.1.2.2. Effet de <i>Ricinus communis</i> (DL50) sur le volume d'ovocyte basal...48	
Discussion.	49
Conclusion et perspectives.	51
Résumé	52
Summary	53
ملخص	54
Références bibliographiques.....	55
Annexes	

Liste des figures

FIGURE	TITRE	PAGE
Figure 1	Carte résumant les premiers signalements de <i>B. germanica</i> autour du monde.	2
Figure 2	Vue dorsale et ventrale d'un adulte mâle de <i>Blattella germanica</i> .	5
Figure 3	Adultes de <i>Blattella. germanica</i> , A : Femelle vue dorsale, B : Femelle vue ventrale, C : Adulte nouvellement exuvie (X4).	5
Figure 4	Cycle de vie de <i>Blattella germanica</i> .	7
Figure 5	Morphologie des différents stades de <i>Blattella germanica</i> (A : Mâle adulte, B : Femelle adulte C1 à C5 : Stades larvaires D : Oothèque).	8
Figure 6	Systèmes nerveux et endocrine contrôlant la sécrétion des hormones et neurohormones.	10
Figure 7	Contrôle cérébrale de la sécrétion de l'hormone juvénile par les corpora allata, de l'ecdysone par les glandes de mue et l'ovaire.	11
Figure 8	Représentation synthétique des principales étapes de la reproduction et de leur régulation. Régulation.	12
Figure 9	Quelques modèles de piège. (A) : Piège mécanique élaborer contenant un aliment attractif. (B) : Papier gluant recouvert de blattes prises au piège : le piège contient un produit chimique attractif. (C) : Piège constitué d'un simple bocal garni de raisins secs comme appât : une feuille de papier facilite l'entrée des blattes.	17
Figure 10	<i>Ricinus communis</i> en période de maturation.	19
Figure 11	Types des feuilles de <i>Ricinus communis</i> .	21
Figure 12	Inflorescence chez le ricin ; Fleurs femelles apicales et fleurs mâle basales.	22
Figure 13	Structure du fruit trilobulaire chez <i>Ricinus communis</i> .	23

Figure 14	Graine avec sa caroncule au sommet.	24
Figure 15	Structure de l'huile de ricin.	30
Figure 16	Structure de ricine.	31
Figure 17	La structure chimique de ricinine.	32
Figure 18	Schéma de la structure de la ricine et de ses sites de fixation.	33
Figure 19	Schéma du transfert intracellulaire de la ricine vers ses sites d'action, les Ribosomes.	34
Figure 20	Appareil reproductrice de <i>Blattella germanica</i> .	37
Figure 21	Récoltes et broyage des graines de <i>Ricinus communis</i> .	38
Figure 22	Piège pour capter les cafards (A : cartons pliés, B : piège de bouteilles en plastique).	39
Figure 23	Elevage de <i>Blattella germanica</i> en laboratoire.	39
Figure 24	Prélèvement des ovaires de <i>Bllatela germanica</i> sous la loupe binoculaire.	41
Figure 25	Gonades d'un adulte femelle de <i>Blattella germanica</i> nouvellement exuvie.	41
Figure 26	Effet de <i>Ricinus communis</i> (DL50 $\mu\text{g}/\text{insecte}$), administré par ingestion, sur le nombre d'ovocyte par paire d'ovaire, chez les adultes femelles de <i>B. germanica</i> nouvellement exuvies ($m \pm s$; $n= 4$).	44
Figure 27	Effet de <i>Ricinus communis</i> (DL50 $\mu\text{g}/\text{insecte}$), administré par ingestion, sur la longueur de l'ovocyte basal chez les adultes femelles de <i>Blattella germanica</i> nouvellement exuviées ($m \pm s$; $n= 4$).	45
Figure 28	Effet de <i>Ricinus communis</i> (DL50 $\mu\text{g}/\text{insecte}$), administré par ingestion, sur le largeur d'ovocyte, chez les adultes femelles de <i>Blattella germanica</i> nouvellement exuvies ($m \pm s$; $n= 4$).	46
Figure 29	Effet de <i>Ricinus communis</i> (DL50), administré par ingestion sur le volume (mm^3) de l'ovocyte basal, chez les adultes femelles de <i>Blattella germanica</i> nouvellement exuvies ($m \pm s$, $n= 4$).	48

Liste des tableaux

Tableau	TITRE	PAGE
Tableau N° 1	Propriétés physiques d'huile du ricin brut.	29
Tableau N° 2	Propriétés chimiques d'huile du ricin brut.	30
Tableau N° 3	Effet de <i>Ricinus communis</i> (400 µg/insecte) administré par ingestion, le jour de l'exuviation, sur la taille (longueur/largeur) de l'ovocyte basal (µm) chez les femelles de <i>Blattella germanica</i> (m ± s ; n= 4).	47

Liste des abréviations

ACh : Acétylcholine.

AChE : l'acétylcholinestérase.

ANOVA : L'analyse de la variance à deux critères de classification.

BgDENV : Le densovirus de *Blattella germanica*.

CL50 : Concentration létale qui tue 50% de la population.

DL50 : Dose létale qui tue 50% de la population.

DENV : Densovirus.

EC50 : Concentration Effective à 50%.

F.A.O: Food and Agriculture Organization.

HSD : Honest significative difference.

IGDs : Les perturbateurs de croissance des insectes (Insect growth disruptors).

JH : Hormone juvénile.

JHAMT: Juvenile hormone acid O-methyltransferase.

L1 : Premier stade larvaire.

L2 : Deuxième stade larvaire.

L3 : Troisième stade larvaire.

L4 : Quatrième stade larvaire.

nAChR : Récepteur nicotinique de l'acétylcholine.

OILB : Organisation internationale de lutte biologique.

PfDENV : Le densovirus de *Periplanetta americana*.

PPTH : Neurohormone prothoracicotrope ou ecdysiotropine.

RIP : Ribosome inactivating proteins.

TL50 : Temps léthal au bout duquel on pourrait avoir une mortalité de 50 % de population.

Introduction générale

Introduction

Les capacités reproductrices des insectes, souvent impressionnantes, leur ont permis de devenir le groupe zoologique le plus abondant et le plus varié du règne animal. Afin de s'adapter à leur environnement, les insectes ont développé plusieurs stratégies comportementales et physiologiques (Rodhain & Perez, 1985). L'homme les qualifie d'espèces utiles (Abeilles) ou ravageurs aux cultures (Crickets), forêts (Chenilles) ou encore nuisible à la santé, comme les moustiques ou les Blattes (Ebeling, 1978 ; Van-Huis *et al.*, 2014).

Par ailleurs, les Blattes se caractérisent par une photophobie et un important pouvoir de fécondité (Hasche & Zumofen, 1999). Parmi les 4000 espèces recensées à ce jour, seule une vingtaine sont considérées comme nuisibles car ils posent de sérieux problèmes en terme d'hygiène et de santé publique (Delaunay *et al.*, 2010 ; Yeom *et al.*, 2012). En effet, les Blattes sont susceptibles de transporter des agents pathogènes (Nasirian & Salehzadeh 2019 ; Castner *et al.*, 2021) et se trouvent également souvent à l'origine d'allergies (Yanguai *et al.*, 2021) d'où leur présence peut déclencher des crises d'asthme (Harraz *et al.*, 2021). Ils transmettent aussi des maladies infectieuses comme l'hépatite (Turturice *et al.*, 2017 ; Lai, 2017), le choléra (Kassiri *et al.*, 2018) et la tuberculose (Tichafogwe *et al.*, 2020). La Blatte germanique, l'espèce la plus répandue sur la planète est la plus associée à l'homme, elle continue encore, aujourd'hui à étendre son aire de distribution. Elle est responsable de 90% des infestations rapportées (Elie, 1998).

La lutte contre les Blattes a surtout été réalisée grâce à une méthode chimique, utilisant différents types d'insecticides qui appartient à différents groupes de pesticides (Strong *et al.*, 2000). La recherche de méthodes alternatives de lutte et le développement de molécules efficaces, moins harmonieux de l'environnement et pouvant annihiler ce fléau ont donné naissance à des composés plus sélectifs. Ces composés naturels et ou de synthèse sont les perturbateurs de croissance des insectes (IGDs) (Dhadialla *et al.*, 2005) et les phéromones (Hauptman *et al.*, 1986). Cependant, l'utilisation intensive de cette gamme de pesticides contre ces espèces nuisibles a été à la base de la présence des individus résistants (Swanton *et al.*, 2011). La résistance aux insecticides, en l'occurrence chez la Blatte germanique, reste un phénomène alarmant (Lee *et al.*, 2000).

En effet, la recherches de pesticides à l'heure actuelle se conduit vers des plantes comestibles toxiques à l'égard de l'insecte nuisible est non nocif à l'égard de l'environnement (Tschudi, 2021). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes testées ont montré un large spectre d'action sur plusieurs nuisibles (El-Ouali *et al.*, 2013 ; Ayinde *et al.*, 2020 ; Raga *et al.*, 2020 ; Tschudi, 2021). Ainsi, des travaux antérieurs ont montrés l'utilisation des extraits de plantes,

comme les huiles tel que l'huile de l'eucalyptus *Salyptus saligna*, l'huile de *Thymus vulgarise*, et l'huile de *neem* Azadirachtine extrait de *Azadirachta indica* (Ayinde *et al.*, 2020 ; Ouattara *et al.*, 2021 ; Montamat *et al.*, 2021). L'extrait des feuilles ont également fait l'objet de plusieurs travaux, tel que les extraits aqueux de *Datura inoxia*, *Cleome arabica* (Korichi-Almi *et al.*, 2016 ; Goyal *et al.*, 2019 ; Habbachi *et al.*, 2020, David & Christophe 2021). Mais également les grains des plantes suivantes de *Vicia faba*, *Phaseolus vulgaris*, *Glycine max* et *Momordica charantia* (Macedo *et al.*, 2015 ; Mantzoukas *et al.*, 2020 ; Madhiyazhagan *et al.*, 2020 ; Feillet, 2021 ; Marci *et al.*, 2021).

Parmi ces plantes toxiques le *Ricinus communis* communément appelée en Algérie « Kharouaa », appartient à la famille des Euphorbiacées (Lagnika, 2005). *Ricinus communis* qui est la cause de plusieurs intoxications survenant surtout en période de maturation des graines, due à la présence des glycoprotéines hautement toxiques (la ricine). Des travaux antérieurs ont montré un large spectre de cette plante contre plusieurs fléaux.

En effet, l'extraits aqueux des feuilles de *Ricinus communis* a été prouvé dans la lutte contre plusieurs espèces diptères comme *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culiseta longiareolat*, *Anopheles maculipennis* et *Culex quinquefasciatus* (Hamaidia & Soltani, 2019 ; Waris *et al.*, 2020 ; De-Boer *et al.*, 2021). Ainsi, l'extrait des huiles de cette plante possède des propriétés insecticides contre plusieurs insectes nuisibles coléoptères, comme *Callosobruchus maculatus*, *Spodoptera frugiperda*, *Tribolium castaneum*, *Trogoderma granarium* et *Rhynchophorus ferrugineus* (Sarwar *et al.*, 2019 ; Phambalan *et al.*, 2020 ; Salinas-Sánchez *et al.*, 2021 ; Akunne *et al.*, 2021). Une forte toxicité de l'extrait des huiles de *R. communis* également constatée à l'égard des larves d'un insecte lépidoptère *Plutella xylostella* (Sotondji *et al.*, 2020 ; Wei *et al.*, 2021). Ainsi des travaux antérieurs ont montré que l'extrait de graines de *R. communis* a une meilleure activité insecticide que l'extrait de feuille et peut être utilisé comme un larvicide efficace contre les arthropodes ravageurs et les moustiques (Ramos-Lopez *et al.*, 2012 ; Ghoneim, 2021). Ce pouvoir insecticide des graines est dû à son composé majoritaire la ricinine, l'une des molécules de toxines végétales les plus toxiques et les plus faciles à produire dans le monde (Ghnimi, 2018).

Dans ce contexte, s'inscrit le présent travail dont l'objectif essentiel consiste d'évaluer la toxicité, des grains de *Ricinus communis* sur la reproduction, chez les adultes de *B. germanica* nouvellement exuvies. En effet plusieurs paramètres morphométriques de l'ovaire tel que le nombre d'ovocytes, la longueur, la largeur et le volume d'ovocyte basal ont été considérés.

*1ère Partie : Revue
bibliographique*

*Chapitre I : Présentation de
Blattella germanica.*

Chapitre I : Présentation de *Blattella germanica*.

I.1. Introduction.

Les blattes, appelées aussi par la langue populaire “cafards”, “cancrelats”, “grélou”, sont adaptées à tous les milieux : tropicaux, subtropicaux, tempérés et même désertiques (Ebling, 1978) et vivent sous les feuilles et les pierres, et quelques-unes dans les grottes. Par ailleurs, les Blattes se caractérisent par une photophobie et un important pouvoir de fécondité (Hasche & Zumofen, 1999). Les blattes appartiennent à la famille des Dictyoptères, ils descendent des Aptérygotes, la sous-classe primitive des insectes non ailés (Elie, 1998). Parmi les espèces identifiées, 4000 se sont adaptées aux conditions de vie urbaine (Schal *et al.*, 1984) et certaines sont qualifiées de domestiques (Garfield, 1990) ; les espèces les plus courantes sont *Periplaneta americana* (Cornwell, 1968), *Blattella orientalis* (Cornwell, 1976), *Supella longipalpa* (Gordon, 1968) et *Blattella germanica* (Guillaumin *et al.*, 1969).

I.2. Origine et répartition géographique de *Blattella germanica*.

Les blattes sont des espèces les plus anciens fossiles de tous les temps tel qu'ils se remonte à la période carbonifère (Beccaloni, 2014). Elles sont exposées sur terre il y a environ 400 millions d'années, (Koehlen & Patterson, 1987). Alors que les formes fossiles sont assez comparables aux espèces actuelles (Koehlen & Patterson, 1987), ou est les premiers fossiles de cafard moderne avec un ovipositeur interne sont apparus au début du crétacé, il y a 250 millions d'années. Les fossiles anciens diffèrent des cafards modernes par la présence d'un long ovipositeur externe (appareil destiné à déposer les œufs à l'endroit où ils vont éclore).

Les premiers enregistrements du cafard allemand dérivent d'Europe, où il serait arrivé pendant la guerre de sept ans entre 1756 et 1763 (Rehn, 1945). En 1767, Linnaeus a nommé l'espèce, d'après le lieu d'où ses spécimens ont été collectés à l'origine *Blattella germanica* (cafard allemand).

Toutes les espèces des blattes sont plus ou moins cosmopolites. Elle se trouve dans la plupart des régions du monde (Roth & Willis, 1957), originaire des régions du nord-est Africain, entre les grands lacs, l'Ethiopie et le Soudan. D'Afrique du nord, elle a gagné l'Europe de l'est depuis plus de deux cents années, ainsi l'Asie mineure et le sud de la Russie (Tokro, 1984 ; Mourier, 2014), lorsque la plupart des pays se propagent à la suite à la faveur des échanges commerciaux internationaux (Martin *et al.*, 2015) (figure 1). Les transports maritimes sont à l'origine de l'infestation des grandes zones portuaires, et des villes avoisinantes, par les blattes (Arruda *et al.*, 2001 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020).

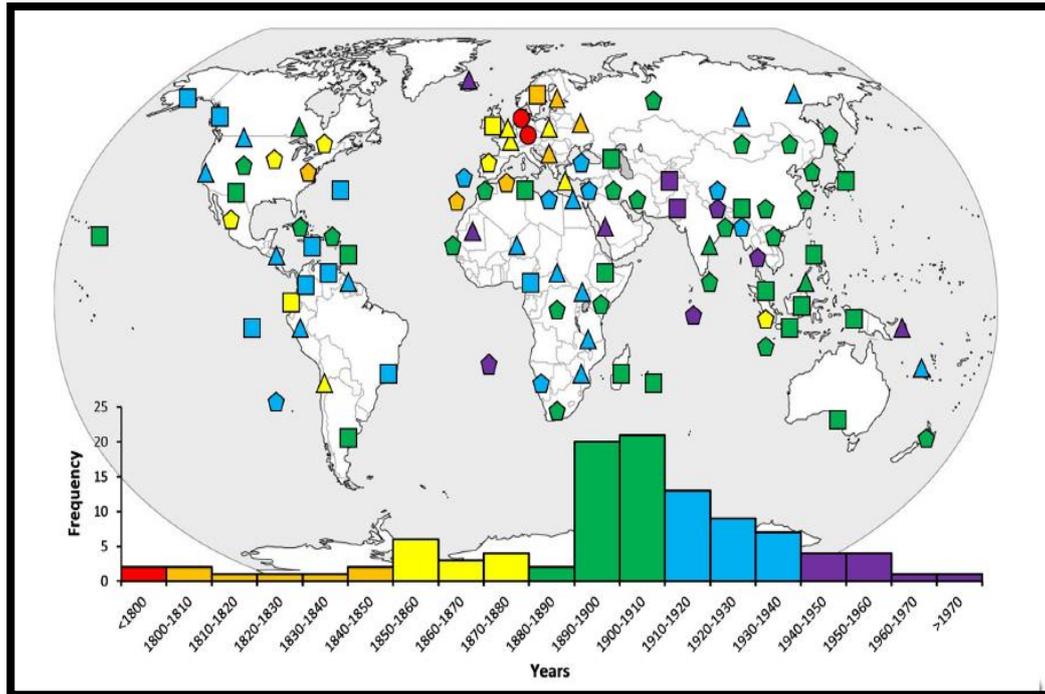


Figure 1. Carte résumant les premiers signalements de *B. germanica* autour du monde (Tang *et al.*, 2018). Chaque point indique la première occurrence de *B.germanica* dans une région spécifique. Les couleurs représentent des périodes de 30 ans, dont la première décennie est représentée par des triangles, la deuxième décennie par des rectangles et la troisième décennie par des pentagones. L'histogramme indique le nombre de rapports pour chaque intervalle de 10 ans.

I.2.1. Répartition géographique de Blattella germanica en Algérie.

Ces espèces cosmopolites, colonisent les endroits chauds et humides et particulièrement les commerces liés à la nourriture (Grandcolas, 1998). Leur régime omnivore leur permet en outre, une accommodation à tous types d'aliments (Gordon, 1996). Les blattes allemandes se sont adaptées à toute variété des habitations humaines, tel que (maisons, appartements, hôtels, hôpitaux, etc.). Mais également à d'autres fins (restaurants, granges, installations d'hébergement des animaux, entrepôts, etc.), ou encore aux véhicules mobiles (navires, trains, camions et voitures, etc.) (Cornwell, 1968).

En Algérie peu de travaux ont été effectués sur les blattes, exception de ceux menés dans l'Est Algérien plus précisément la région d'Annaba. Nous citons par exemple les travaux de Habes *et al.*, (2006) et Hbbachi, (2013) dans le but de recenser les différentes espèces de blattes existantes dans cette région.

Cependant *B. germanica*, c'est l'espèce commensale par excellence, qui se retrouve à l'intérieur des habitations suivi par *P. americana* qui envahisse les sites urbains humides et qui

entrent occasionnellement à l'intérieur des habitations à la recherche de la nourriture, ou de l'eau (Morakchi *et al.*, 2005 ; Habes *et al.*, 2006, 2013 ; Maiza *et al.*, 2011 ; Hbbachi, 2013)

I.3. Taxonomie de Blattella germanica.

Les Blattes sont des insectes, descendant des Ptérygote, de la sous-classe primitive dépourvue d'ailes qui appartient à la Sous-Embranchement des Mandibulata (Schal *et al.*, 1984 ; Grancolas, 1998 ; Linnaeus, 1767). Ces insectes appartiennent à l'ordre des Dictyoptères, qui se répartissent en six familles d'après la classification de Roth (2003), la famille des Polyphagidae, Cryptocercidae, Nocticolidae, Blattidae, Blattellidae, Blaberoidae. *Blattella* est un genre de blattes de la famille des Blattellidae qui comprend l'espèce *Blattella germanica*.

Position systématique : La position systématique (Linnaeus, 1767) est la suivante :

Embranchement :	Arthropoda
Sous -Embranchement :	Mandibulata
Classe :	Insecta
Sous -classe :	Pterygota - Neoptera
Section :	Polynoeptera
Super -ordre :	Orthoteroidae
Ordre :	Dicty,optera
Sous-ordre :	Blattaria
Super famille :	Blaberoidae
Famille :	Blattellidae
Sous -famille :	Blattellinae
Genre :	<i>Blattella</i>
Espèce :	<i>Blattella germanica</i>

I.4. Description de Blattella germanica.

La forme générale des blattes est aplatie et ovale. La blatte germanique est une espèce de taille variable, leur taille mesurant 11 à 15 mm de longueur avec une tête, très mobile est presque entièrement cachée, sous une partie du thorax en forme de bouclier, appelée pronotum (plaque formant comme un bouclier sur la tête). Elle porte deux antennes filiformes, très mobiles et flexibles, (Gordon, 1996). Les pièces buccales sont du type broyeur classique, en position hypognathe (orienté vers le bas). Les pattes sont longues, épineuses, larges et aplaties, bien adaptées à la course (vitesse de 130 cm par seconde) (Grandcolas, 1996). Sa couleur varie de brun pâle à noire ; le pronotum porte deux bandes longitudinales de couleur noire (Boudeguig & Gouaidia, 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020).

Les Adultes mâles présentent un corps mince, un abdomen effilé et un pygidium (partie caudale de coquilles) non recouvert par les ailes, laissant visible le segment terminal de l'abdomen (figure 2). Les blattes copulent en opposition. L'appareil copulateur mâle est asymétrique et très compliqué. Les adultes femelles de cette espèce sont de couleur plus sombre et possèdent un corps trapu et robuste avec un abdomen arrondi complètement recouvert par les ailes (Rust *et al.*, 1995). La femelle porte l'oothèque qui contiennent 48 à 50 œufs. L'oothèque reste généralement engagée entre les derniers segments abdominaux de la femelle, qui la porte pendant un certain temps (Boudeguig & Gouaidia, 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020) (figure 3 A).

Les larves ressemblent aux adultes à l'exception des ailes absentes, ces dernières, parut à l'exuviation imaginale (figure 3B). *Blattella germanica* est une espèce cosmopolite, domestique et nocturne (Gordon, 1996). En outre, les blattes se caractérisent par une photophobie, une résistance aux conditions difficiles et un important pouvoir de fécondité (Grandcolas, 1998 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020).

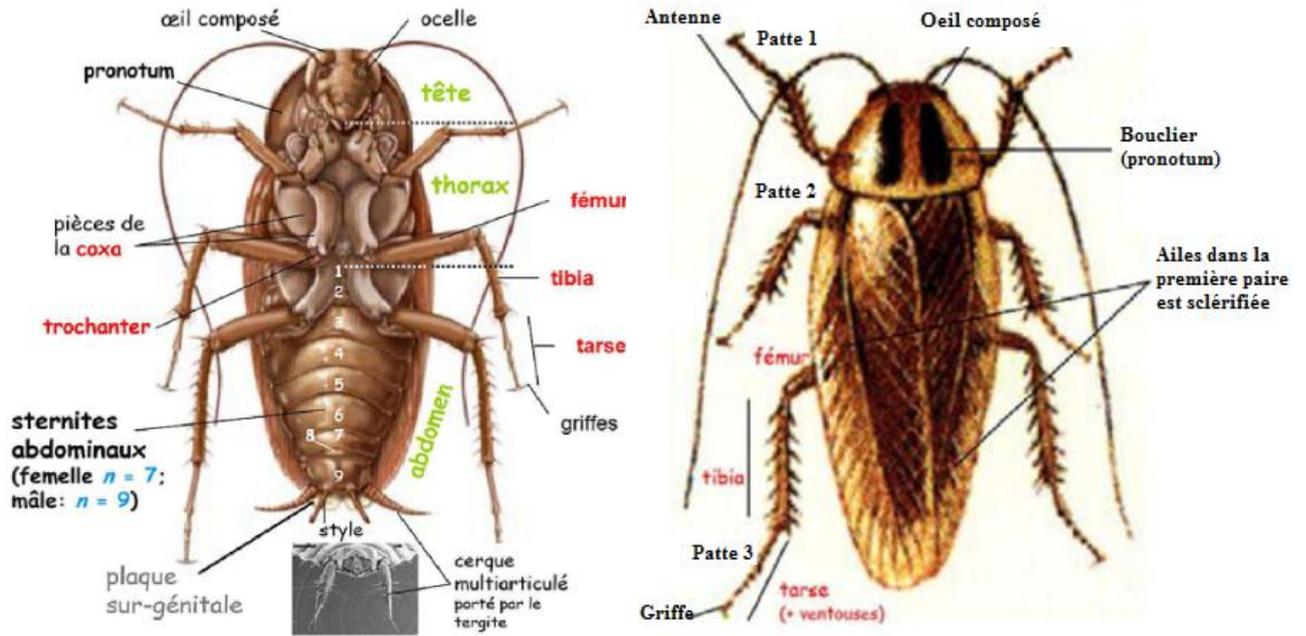


Figure 2. Vue dorsale et ventrale d'un adulte mâle de *Blattella. germanica*. (Source : Université de Montpellier, <http://mon.univ-montp2.fr/index.php>, consulté le 20/06/2021).

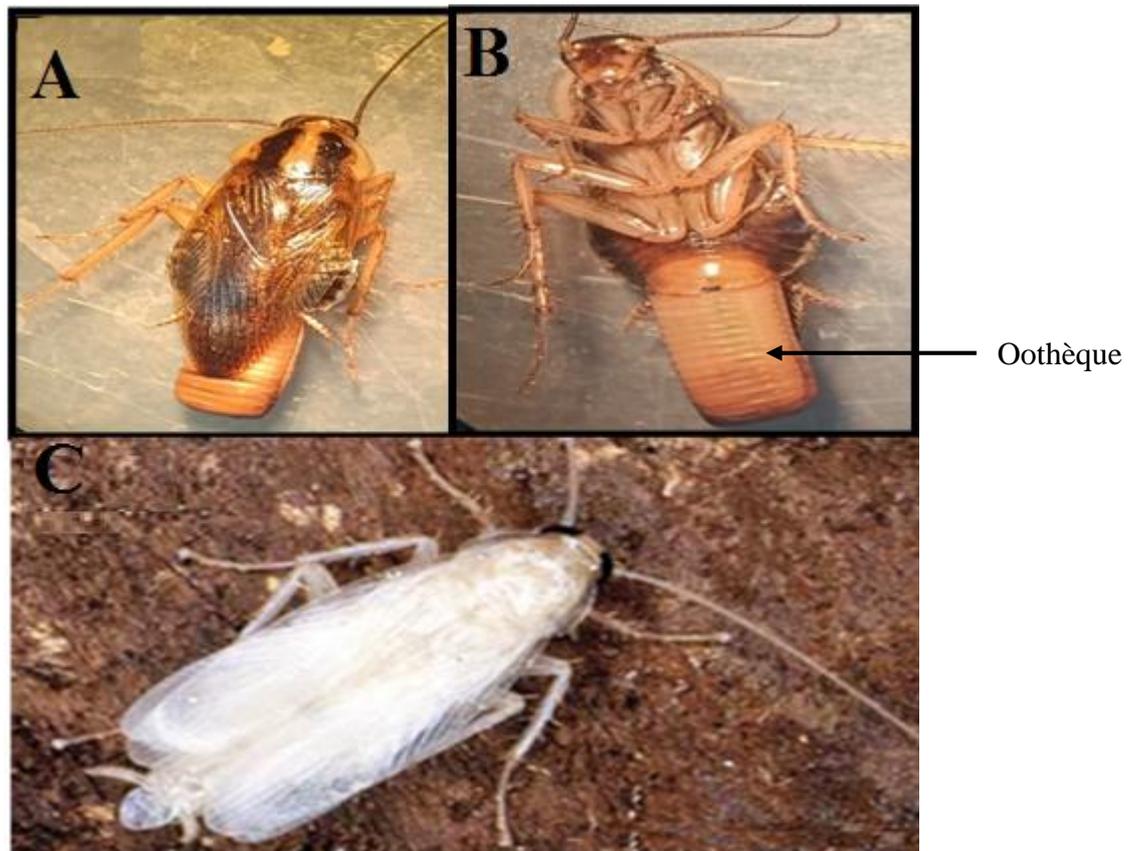


Figure 3. Adultes de *Blattella. germanica*, A : Femelle vue dorsale, B : Femelle vue ventrale, C : Adulte nouvellement exuvie (X4) (Boudeguig & Gouaidia , 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020).

1.5. Cycle biologique.

Les blattes sont des insectes à métamorphose incomplète, Chez *B. germanica*, le comportement sexuel se compose très schématiquement de cinq phases successives : l'attraction à distance du mâle, la reconnaissance mutuelle des partenaires après contacts antennaires, la parade du mâle, le léchage des glandes tergaes du mâle par la femelle et enfin l'accouplement (Habbachi, 2013 ; Bell *et al.*, 2014).

C'est une espèce à développement hétérométabole (Gordon, 1996) dont les mâles s'accouplent à plusieurs reprises, mais les femelles s'accouplent généralement qu'une seule fois (Cochran, 1979). Selon Wood-ruff (1938), un seul accouplement pourrait suffire à fertiliser tous les œufs produits durant la vie imaginale. Huit jours après la mue imaginale, la femelle forme, au cours de différents cycles gonadotrophiques 6 à 8 oothèques, chaque oothèque de 8 mm de long comportant 36 à 48 œufs (Gordon, 1996), elles pondent ainsi en moyenne 300 œufs au cours de leur vie. Ces oothèques sont déposées près d'une source de nourriture peu avant l'éclosion, un petit pourcentage encore reste attachée à la mère, à l'aide de leur patte jusqu'à l'éclosion des œufs. Il faut compter environ deux semaines pour la formation d'un deuxième oothèque (Jacobs, 2013).

Le temps d'incubation des œufs dépend des conditions extérieures. Quand le taux d'humidité et la température sont favorables (25 à 33°C et 60 à 80% d'humidité relative). La durée de l'évolution embryonnaire est d'environ 17 jours, pour donner des larves molles, de couleur blanchâtre, après tannage de la cuticule en quelques heures, prennent une couleur brunâtre (Cornwell, 1968 ; Wattiez & Beys, 1999).

Le développement larvaire, de 6 mois environ, présente 5 à 7 stades successifs, séparés par des mues (Wattiez & Beys, 1999) ; les larves du dernier stade, dont la durée de vie est en moyenne de 40 jours pour le mâle et de 41 jours pour la femelle, subissent enfin la mue imaginale (figure 4). L'adulte a une longévité qui est de 128 jours pour le mâle et de 153 jours pour la femelle (Cornwell, 1968). Une blatte peut à elle seule avoir jusqu'à 10000 descendants au bout d'un an, à raison de deux générations (Borozan, 2002).

1.5.1. Le stade œuf.

Il commence à la fertilisation des œufs et se termine à l'éclosion. Les œufs sont réunis dans une capsule de consistance cornée appelée oothèque qui se forme et arrive à faire saillie à l'extérieur pendant la ponte (Tanaka, 1976). De forme et de taille variable, l'oothèque

contiennent 48 à 50 œufs et possède sur la face dorsale une crête denticulée au niveau de laquelle se fera l'éclosion des larves. Les œufs sont disposés verticalement de chaque côté d'une cloison médiane longitudinale de chaque côté de laquelle se trouvent des petites loges verticales contenant chacune un œuf (Tanaka, 1976). L'oothèque reste généralement engagée entre les derniers segments abdominaux de la femelle (figure 05 D), qui la porte pendant un certain temps (Chopard, 1951).

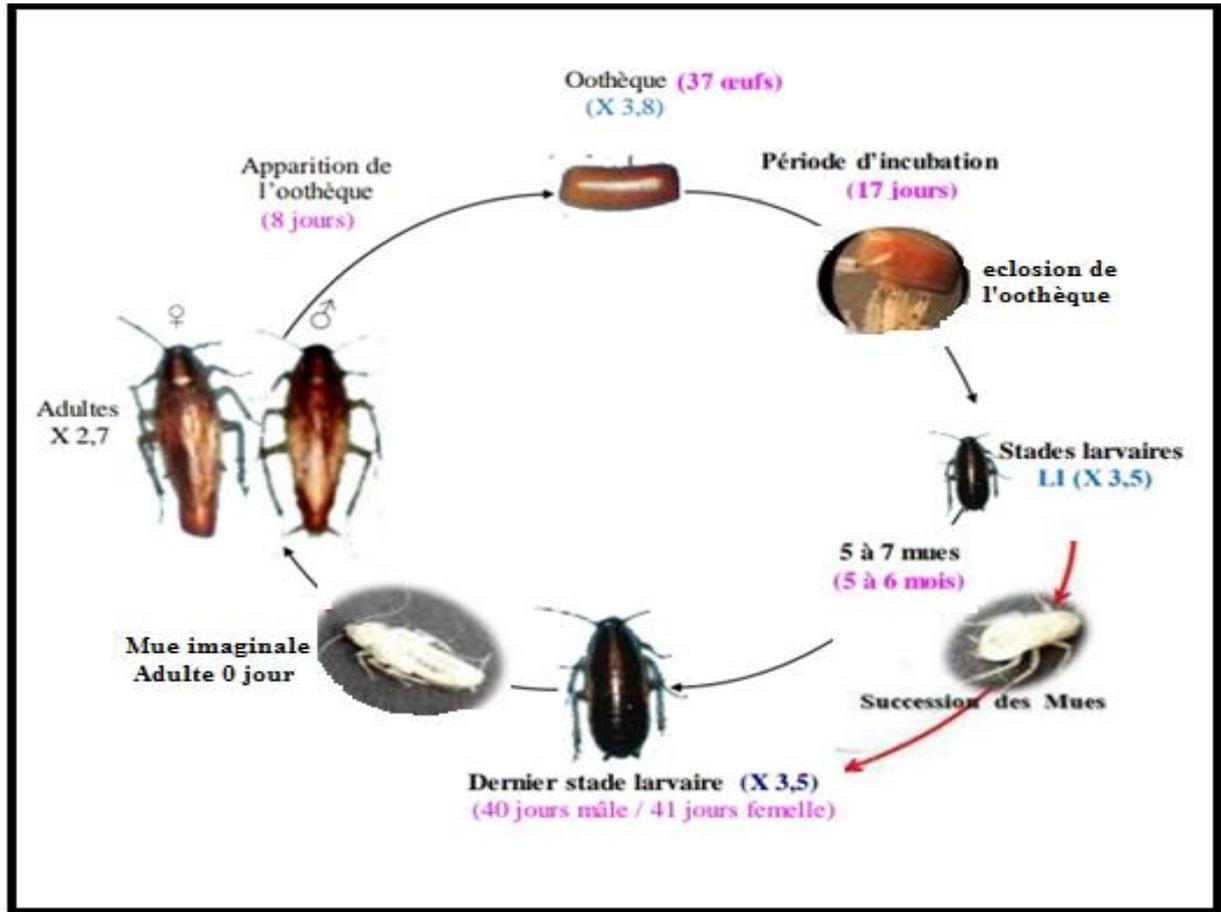


Figure 4. Cycle de vie de *B. germanica* (Cornwell, 1968).

1.5.2. Le stade larvaire (Nymphes).

La femelle dépose l'oothèque, peu avant l'éclosion et des larves vermiformes en sortent. Les principaux changements du développement larvaire s'effectuent au niveau de la taille et la pigmentation (Elie, 1998). Les larves de dernier stade ressemblent aux adultes mais sont aptères, marquées par une seule bande claire sur le milieu du dos (Rust *et al.*, 1995). Ces dernières subissent six mues successives au cours d'une période de 100 jours (Wattiez & Beys,

1999). La durée du développement du dernier stade larvaire est de 40 jours chez les mâles et de 41 jours chez les femelles (figure 5 C).

1.5.3. Le stade adulte.

Le stade adulte commence à la mue imaginale (adulte 0 jour). L'adulte possède alors deux paires d'ailes (Diptère) mais ne volent pas, des antennes longues et filiformes, des pattes robustes et épineuses permettant une course rapide et des pièces buccales broyeuses (Wigglesworth, 1972). Les adultes sont de couleur marron clair et d'une longueur d'environ 15 à 17 mm, ils ont deux bandes sombres sur le pronotum (plaque formant comme un bouclier sur la tête). Les adultes mâles possèdent un corps mince, à abdomen effilé et un pygidium non recouvert par les ailes ; les femelles présentent un corps trapu et robuste avec un abdomen arrondi recouvert par les ailes (Rust *et al.*, 1995). Les mâles sont de forme longitudinale, les femelles sont de couleur plus sombre et ont un abdomen plus large et arrondi (figure 5 A et B), elle se déplacent aussi bien horizontalement que verticalement et peuvent donc facilement contaminer les logements supérieurs ou inférieurs (Bayer *et al.*, 2012).

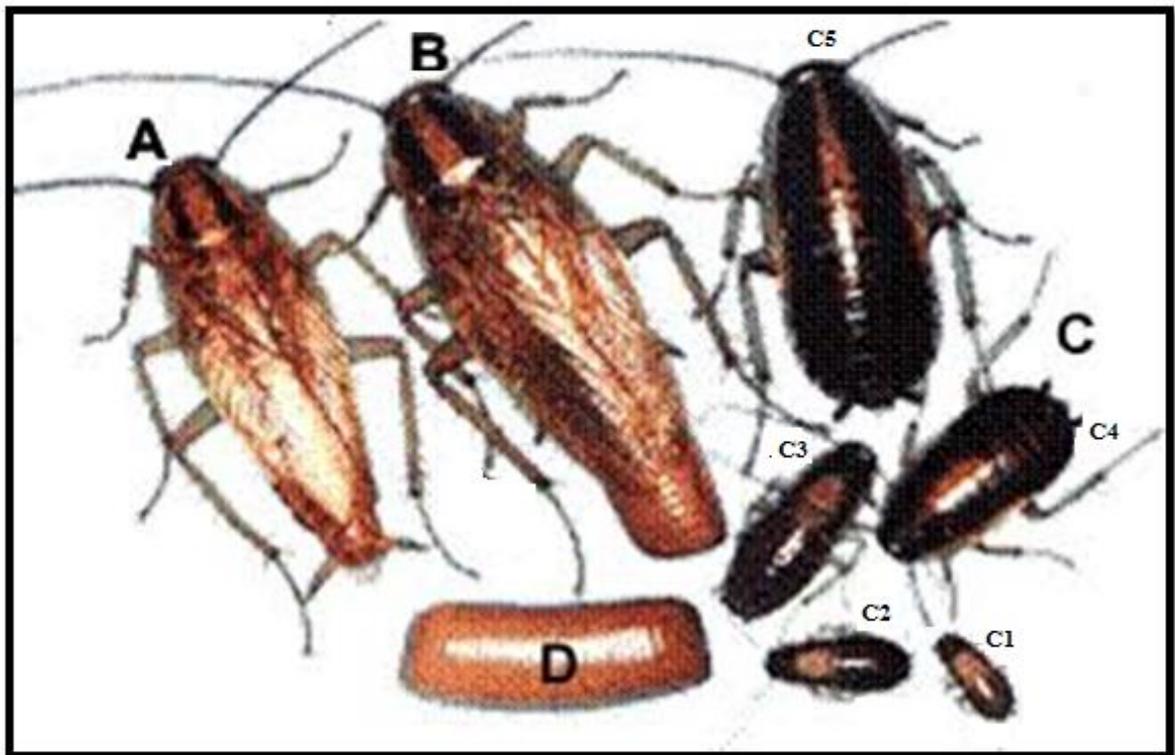


Figure 5. Morphologie des différents stades de *B. germanica* (X 6,8) d'après (Hutchinson, 1999) (D : Oothèque, C1 à C5 : Stades larvaires, A : Mâle adulte, B : Femelle adulte).

1.5.4. Processus de reproduction chez les femelles adultes de *Blattella germanica*.

La reproduction chez les insectes comporte de nombreuses séquences subordonnées les unes aux autres, mitoses goniales, méiose, premiers stades de l'ovogenèse, différenciation de l'ovariole, prévitellogenèse, vitellogenèse, fonctionnement des glandes annexes, production de phéromones, comportement sexuel, ovulation, oviposition, larviposition.

L'activité ovarienne est régulée par des facteurs intrinsèques, hormones et neurohormones (Ou *et al.*, 2011), mais aussi extrinsèques environnementaux (Rideout *et al.*, 2012) comme l'accouplement, la prise de nourriture, les phéromones et la température, qui déterminent l'activation des voies endocrines et neuroendocrines conduisant à la reproduction.

Les deux hormones des insectes, l'hormone juvénile (JH) et l'ecdysone, interviennent dans la régulation des principales étapes de la reproduction, que contrôlent également des neurohormones (figure 6). Ces dernières peuvent être impliquées directement dans les processus de reproduction ou participer de façon indirecte à leur réalisation en contrôlant la sécrétion de l'hormone juvénile et de l'ecdysone, que celle-ci ait lieu dans la glande de mue (Figure 7) ou dans l'ovaire. Il semble que l'ecdysone intervienne surtout dans les premières phases du fonctionnement ovarien, les neurohormones étant particulièrement importantes dans les phénomènes associés à l'accouplement et à la ponte (Raabe-Marie, 1984). Ainsi, les systèmes nerveux et endocrine ne fonctionnent pas de manière isolée l'un de l'autre chez les insectes, mais dans un complexe intégré ou système neuroendocrinien, où l'action hormonale reste sous la dépendance des neurosécrétions (Colombani *et al.*, 2012).

Les corps allates sont à l'origine des hormones juvéniles (JHs) dont la sécrétion est contrôlée par des neuropeptides activateurs, allatotropines ou inhibiteurs, allatostatines (Bellés & Maestro, 2005). L'HJ est une hormone qui contrôle la métamorphose chez les insectes par le maintien des caractères juvéniles et la programmation des mues larvaires (Cassier *et al.*, 1997). Par ailleurs, elle a aussi un rôle très important chez l'insecte adulte, où elle régule la reproduction, en particulier, la vitellogénèse (Riddiford, 2011). Chez la plupart des espèces d'insectes, cette hormone induit la synthèse de vitellogénines dans le corps gras de l'insecte et leurs incorporations dans les ovocytes en perméabilisant le follicule ovarien à leur passage (Cassier *et al.*, 1997). Ces vitellogénines sont sécrétées dans l'hémolymphe puis absorbées par l'ovaire, et stockées dans les œufs pour constituer le vitellus et l'ovogenèse chez la femelle (Gilbert *et al.*, 2000). L'HJ joue également un rôle dans l'activité des glandes annexes et des glandes à phéromones (Cassier *et al.*, 1997 ; Riddiford *et al.*, 2010).

Les ecdystéroïdes ovariens synthétisés par les cellules folliculaires, contrôlent la maturation et le fonctionnement des organes reproducteurs (Petryk *et al.*, 2003 ; Delanoue *et al.*, 2010). La biosynthèse des ecdystéroïdes est assurée par les glandes prothoraciques au cours des stades post-embryonnaires sous l'effet d'une neurohormone prothoracicotrope (PPTH) ou ecdysiotropine (Gäde & Hoffmann, 2005 ; Niwa *et al.*, 2010 ; Rewitz *et al.*, 2013). L'ecdysone, libérée dans l'hémolymphe, est rapidement convertie en 20-hydroxyecdysone (20E) dans les différents organes périphériques (Yoshiyama-Yanagawa *et al.*, 2011). Chez certaines espèces où les glandes prothoraciques sont transitoires et dégèrent à la mue adulte, les ovaires constituent la source principale d'ecdystéroïdes (Glitho *et al.*, 1979). La 20E joue un rôle essentiel dans la vitellogénèse, l'expression des gènes de la vitellogénine dans le corps gras (Gilbert *et al.*, 2002 ; Yamanaka *et al.*, 2013), la réinitiation méiotique et l'activation de la choriogénèse (Li *et al.*, 2000). Elle contrôle également l'embryogénèse (Figure 08) et le développement post-embryonnaire (Mirth & Shingleton, 2012) et la sécrétion de phéromones sexuelles chez les femelles de divers Diptères (Warren *et al.*, 2006).

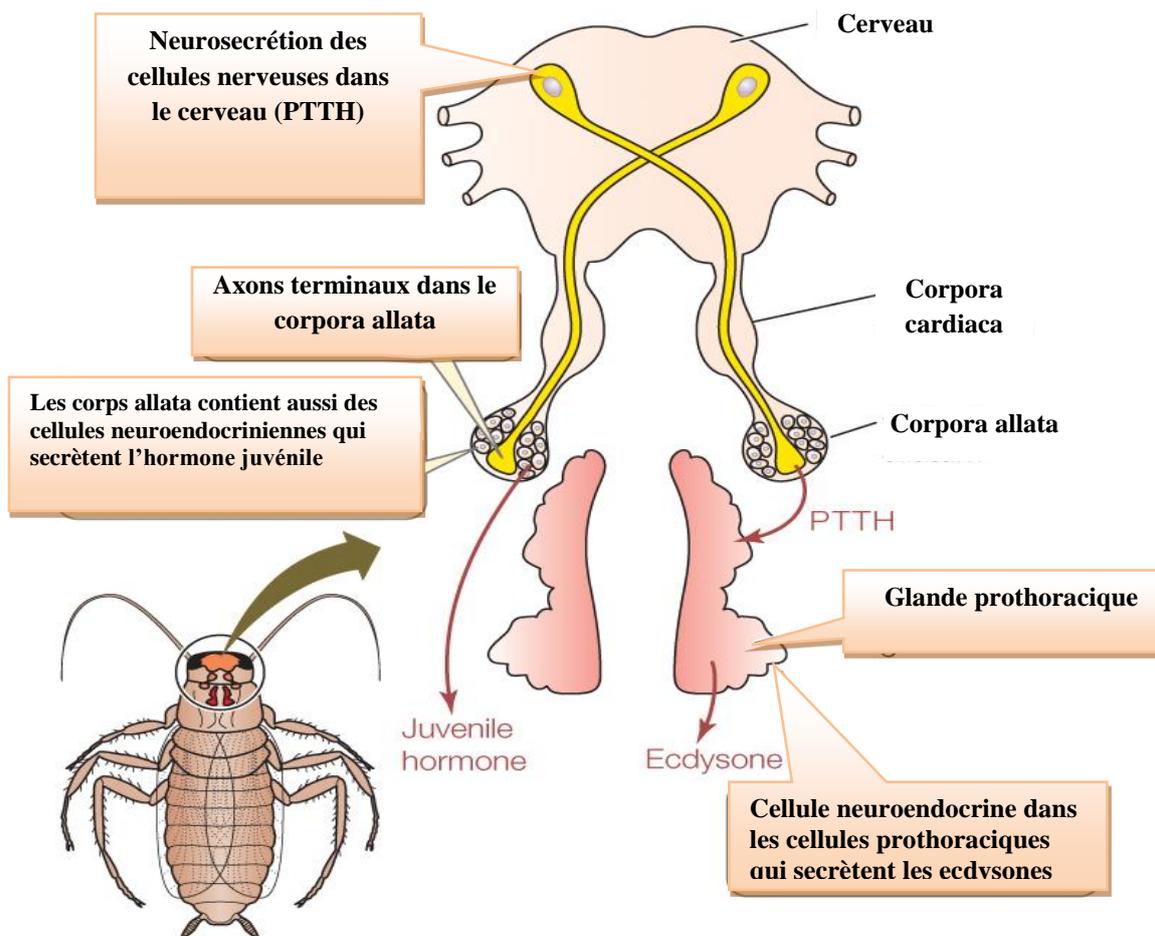


Figure 06. Systèmes nerveux et endocrine contrôlant la sécrétion des hormones et les neurohormones (www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects, Consulté le 27/6/2021).

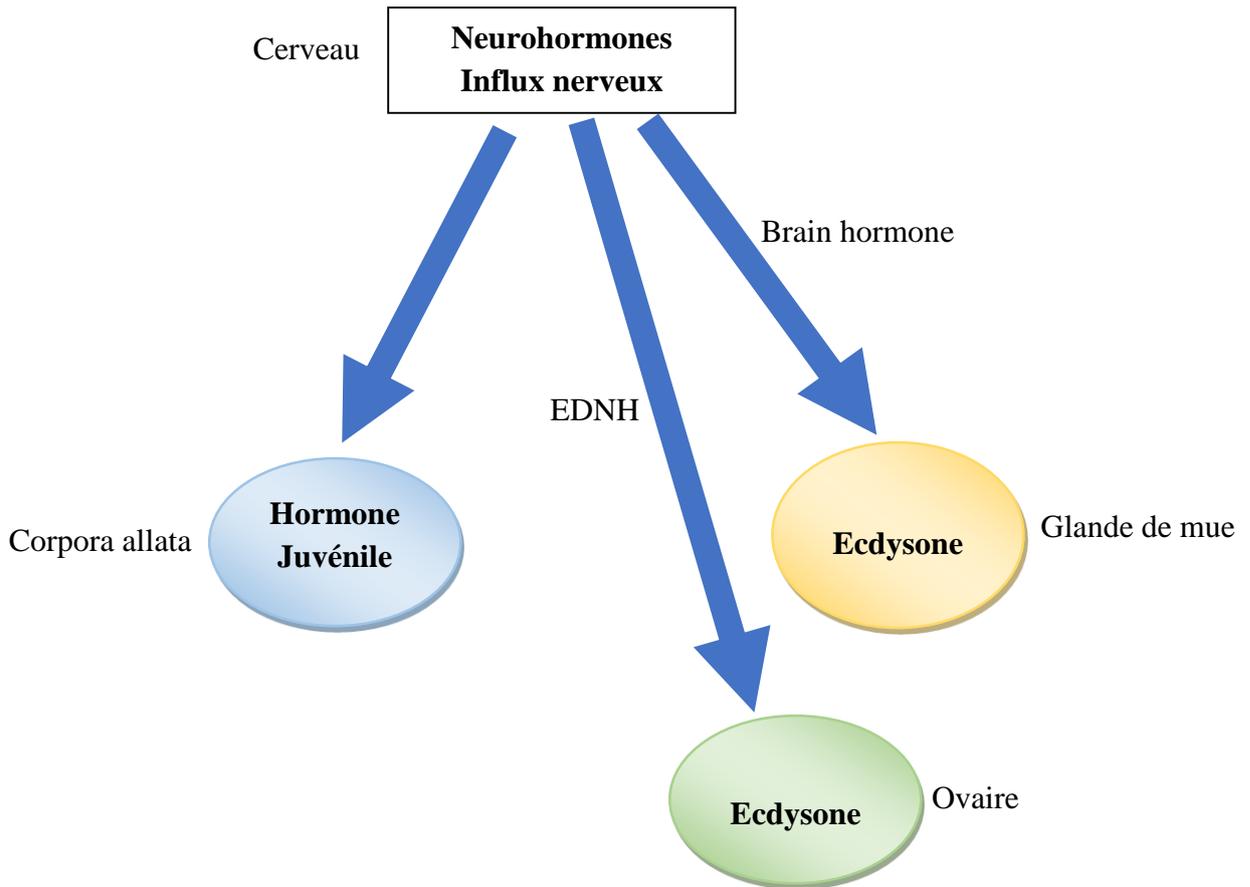


Figure 7. Contrôle cérébral de la sécrétion de l'hormone juvénile par les corpora allata, de l'ecdysone par les glandes de mue et l'ovaire (Source: <https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/06/2021).

La phase d'accroissement correspondant à l'accumulation de matériaux plastiques et énergétiques variés : lipides (triglycérides, lipoprotéines), glucides (glycogène), protéines et sels minéraux correspond à la vitellogénèse (Cassier *et al.*, 1997). Toute modification dans la concentration en protéines au cours de la vitellogénèse (Figure 8) peut conduire à une altération de la reproduction (Robker *et al.*, 2009). Dans ce processus, la protéine essentielle est la vitellogénine, une protéine précurseur du vitellus dans les ovocytes (Attardo *et al.*, 2005) ; elle est synthétisée dans les corps gras qui est un lieu de stockage des métabolites (protéines, glucides et lipides), mais aussi de synthèse de la majorité des protéines hémolympatiques (Roma *et al.*, 2010), et sécrétée dans l'hémolymphe puis captée par les ovocytes en voie de développement (Gilbert *et al.*, 2000). Les glucides possèdent un rôle essentiel dans la détermination, le développement et la maturation ovocytaire (Sutton-Mc Dowal *et al.*, 2010), source d'énergie, indispensables pour les organismes vivants, sont utilisés de façon immédiate comme le glucose, ou sous forme de réserves comme le glycogène. Les taux de glycogène et

de tréhalose, dans les tissus et l'hémolymphe, sont étroitement liés aux événements physiologiques comme la mue et la reproduction (Wiens & Gilbert, 1968). Enfin, les lipides représentent aussi une partie importante des réserves; une faible partie est synthétisée par l'ovocyte et les follicules, et une autre partie provient de l'hémolymphe sous forme de lipoprotéines (Cassier *et al.*, 1997); les lipides, principale source d'énergie chez les insectes, sont synthétisés et stockés dans le corps gras (Beenakers *et al.*, 1985) puis transportés vers les organes utilisateurs, notamment les ovaires via l'hémolymphe pour être utilisés lors de la vitellogénèse (Wigglesworth, 1972).

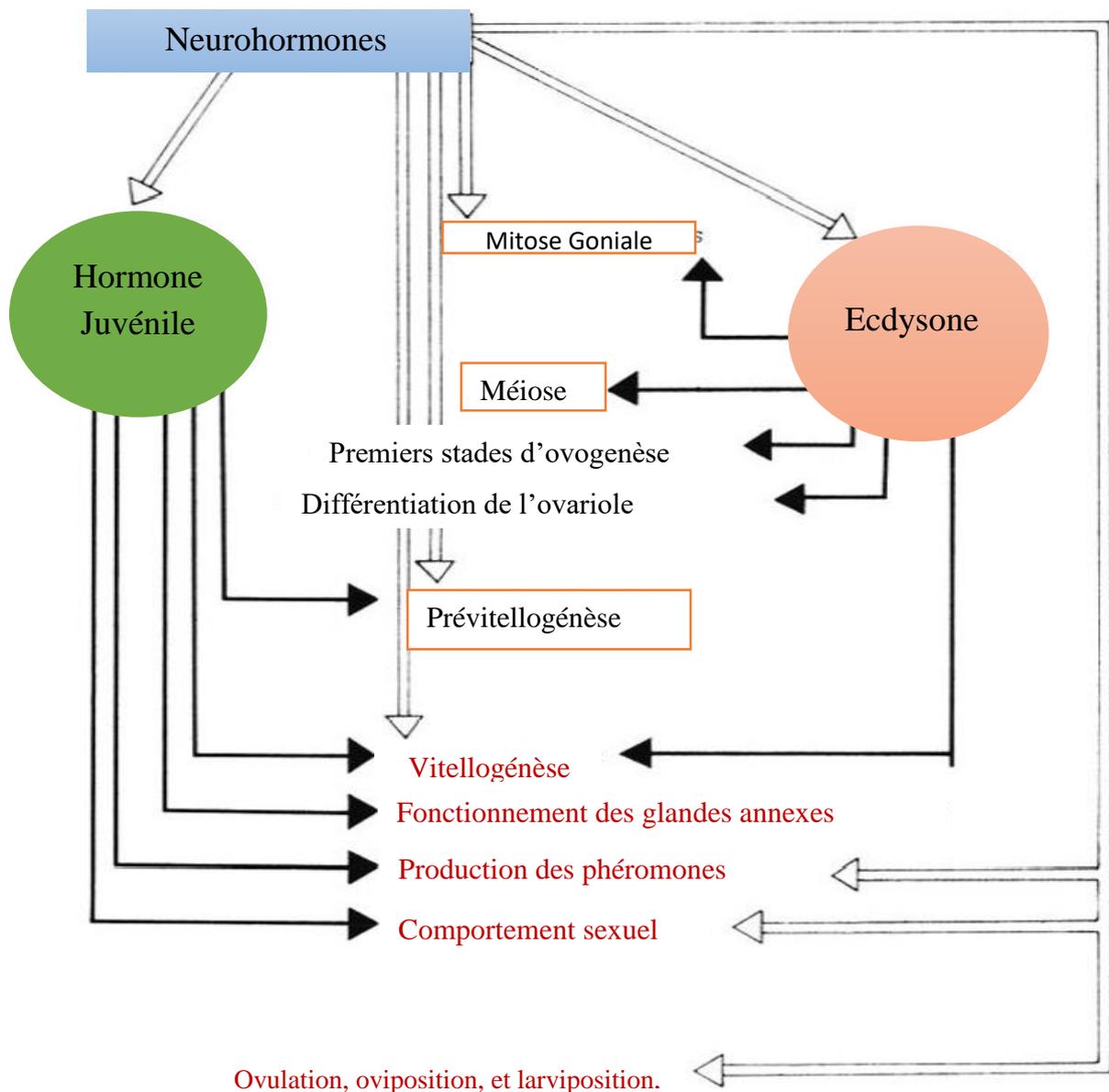


Figure 8. Représentation synthétique des principales étapes de la reproduction et de leur régulation (Source : <https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/06/2021).

I.6. Méthodes de lutte.

La lutte contre les nuisibles a surtout été réalisée grâce à une méthode chimique, utilisant différents types d'insecticides possédant chacun des caractéristiques physiques et chimiques propres, car le taux de toxicité, la dégradation, la biotransformation ou l'accumulation varient d'un insecticide à un autre (Strong *et al.*, 2000).

Les pesticides se classent en fonction de leur structure chimique ou de leur origine, en insecticides minéraux ou organiques, ou insecticides naturels ou de synthèse.

I.6.1. Lutte chimique.

La lutte intégrée contre les blattes, et spécialement *B. germanica*, a longtemps été représentée par l'utilisation des insecticides organiques de synthèse, dite insecticide conventionnels (Organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes). Ils ciblent directement le système nerveux central des insectes (Casida & Durkin, 2013 ; Casida, 2017). Les organochlorés et les pyréthriinoïdes sont des modulateurs des canaux sodium (bloquent les canaux sodium) et dépresseurs des systèmes nerveux endocrinien et immunitaire (Fulton et Key, 2001). Au début des années 1980, l'utilisation des Pyréthriinoïdes et le Thiocyclame a donné des résultats positifs en cette période. Les organophosphorés et les carbamates, inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (AChE), agissent sur les liens synaptiques du système nerveux, en empêchant la transformation de l'influx nerveux et entraînant la mort de l'insecte (Mary & Amdur, 2000). (Lietti *et al.*, 2005) rapportent que les organophosphorés ont été les premiers insecticides utilisés, qui ont été progressivement remplacé par des Pyréthriinoïdes dans les années soixante-dix quatre-vingts. Néanmoins, leur non spécificité ainsi que leur rémanence, ont provoqué d'énormes altérations dans l'environnement (Sawczyn *et al.*, 2012). Durant les années 1990, plusieurs nouveaux insecticides ont été introduits, comme les phéromones (Hauptman *et al.*, 1986) et les perturbateurs de croissance des insectes (IGDs), ce sont de nouvelles molécules sélectives et non polluantes préservant l'environnement. Ces composés naturels et/ou synthétiques agissent de manière spécifique, en perturbant des éléments vitaux dans le développement (cuticule ou régulation hormonale) de l'insecte visé. Les IGDs sont répartis en trois grands groupes : les agonistes et antagonistes de l'hormone juvénile (JH), les inhibiteurs de la synthèse de la chitine et les agonistes et antagonistes de l'hormone de mue. Ils inhibent en effet, soit la régulation des deux principales hormones du développement, l'hormone juvénile (J.H) et les écdystéroïdes, soit le processus de mue (Dhadialla *et al.*, 2005). Ces molécules qui ont donné satisfaction au début de leur utilisation, ont commencé à perdre

leur efficacité sur le terrain suite à la résistance développée progressivement par les populations de l'insecte (Suinga *et al.*, 2004 ; Sharma *et al.*, 2012 ; Chen *et al.*, 2020). L'azadirachtine bioinsecticide dérivé de neem a suscité l'intérêt des chercheurs depuis longtemps ; de par sa dualité d'action, agoniste de l'hormone juvénile et antagoniste des ecdystéroïdes (Aribi *et al.*, 2020).

Les insecticides non organiques comportent les produits arsenicaux, les composés soufrés, l'acide cyanhydrique et l'acide borique. L'arsenic constitue un insecticide d'ingestion (Fabre, 1954). Le soufre en poudre est un insecticide peu actif (Winteringham, 1952). L'acide cyanhydrique est un gaz très toxique qui agit par inhalation et s'applique uniquement sur les arbres recouverts d'une bâche (Mullins, 1955). L'acide borique, insecticide très efficace, agit par ingestion ; son utilisation pour la lutte chimique contre les blattes a fait l'objet de divers travaux (Fort *et al.*, 2000 ; Morakchi *et al.*, 2005 ; Habbes *et al.*, 2001, 2006).

1.6.2. Lutte biologiques.

Un bio-pesticide se définit étymologiquement comme un pesticide d'origine biologique, c'est-à-dire issu d'organisme vivant ou des substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers (Regnault-Roger *et al.*, 2005). La définition adoptée par l'organisation internationale de la lutte biologique (OILB) est « l'utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles ». Dans ce contexte la lutte biologique consiste l'utilisation rationnelle de ces insecticides biologiques efficaces, bactéries, virus, les champignons, ennemis naturels, nématodes entomopathogènes, des parasites et des substances d'origine végétale (Pan & Zhang, 2020 ; Deutsch *et al.*, 2021).

1.6.2.1. Les bactéries.

L'utilisation des bactéries entomopathogènes, pour lutter contre certains ravageurs de culture et les fléaux vecteurs de maladies d'importance médicale, ont fait l'objet de plusieurs de travaux, en raison de leur activité insecticide spécifique élevée (Pan & Zhang, 2020 ; Guéguen, 2021). Les bactéries des genres *Bacillus*, *Lysinibacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* et *Serratia* sont les agents pathogènes bactériens les plus courants, dont *Bacillus* est le genre le plus largement utilisé. En effet *Bacillus sphaericus* et *Bacillus cereus* ont été testés chez les larves de *Blattella germanica* (Nishiwaki *et al.*, 2004 ; Nishiwaki *et al.*, 2007 ; Ahsen & Shimizu, 2021).

I.6.2.2. Les virus.

Les virus des insectes sont devenus vitaux dans le domaine biologique avec des réplifications, haute spécificité de l'hôte, forte pathogénicité et adaptabilité environnementale (Carlson *et al.*, 2000). Le densovirus de *B. germanica* (BgDENV) et le densovirus de *P. americana* (PfDENV) sont très toxiques pour la blatte allemande. Les densovirus (DENV) infectent les cellules des blattes par l'adhésion des protéines structurales, puis inhibent la réplication de l'ADN hôte, alors qu'ils initient la réplication massive de leur propre ADN, entraînant finalement la rupture de la membrane nucléaire des hôtes. Cela peut entraîner des changements pathologiques dans l'ensemble du tissu, en particulier dans le corps adipeux. Les dommages causés au corps gras détruisent le système de stockage d'énergie de l'hôte, affaiblissant ainsi sa capacité de mouvement et entraînant éventuellement la mort de l'hôte (Mukha *et al.*, 2006 ; Jiang *et al.*, 2007 ; Yu *et al.*, 2012 ; Frédéric, 2021).

I.6.2.3. Les champignons.

Les champignons infectent le cafard principalement en pénétrant l'exosquelette ou la cuticule externe en sécrétant des enzymes apparentées, puis en colonisant l'hémocèle de l'insecte pour proliférer, absorber les nutriments. De ce fait il produit des toxines et détruit les cellules hôtes. En conduisant finalement à la mort de l'hôte par toxicose et épuisement des nutriments (Gutierrez *et al.*, 2015; Wang & Wang, 2017 ; Pan & Zhang, 2020 ; Gahéry , 2021).

I.6.2.4. Les protozoaires.

Les familles les plus utilisées en lutte biologique sont les Amoebidae et les Nosematidae. (Greathead *et al.*, 1994). Ces microorganismes pathogènes possèdent la capacité de surpasser les défenses de l'insecte hôte et de l'infecter ; ils s'y multiplient ensuite et provoquent sa mort à plus ou moins long terme, que ce soit par l'émission de substances toxiques et/ou la destruction de certains tissus. (Bawin *et al.*, 2014 ; Lepage, 2021).

I.6.2.5. Ennemis naturels.

Dans la nature, il existe de nombreux types d'ennemis naturels contre les insectes, y compris les parasitoïdes et prédateurs, tel que le recours à certains hyménoptères parasites des œufs de blattes, ou encore le lâcher de mâles stériles (Grandcolas, 1998). Pour le cafard, il existe plus de 15 espèces d'ennemis parasites, tels que les guêpes parasites et les acariens parasitoïdes. Aussi environ 18 espèces d'ennemis prédateurs tels que les araignées (Kassiri *et al.*, 2018 ; Yang *et al.*, 2019 ; Debeaux, 2021).

1.6.2.6. Les nématodes entomopathogènes.

Sont considérés comme un nouveau type de biopesticide qui combine les caractéristiques des ennemis naturels avec celles des micro-organismes pathogènes (Kaya & Gaugler, 1993). Pendant le stade juvénile, les nématodes peuvent rechercher activement des insectes hôtes et pénétrer dans l'hémocèle de l'hôte, par des ouvertures naturelles ou perturber la cuticule, pour libérer des bactéries mutualistes dans l'hémolymphe. Ces bactéries pathogènes peuvent ainsi se multiplier rapidement et produire des toxines ou des enzymes dégradantes, conduisant éventuellement à la mort d'hôte (Han & Ehlers, 2000 ; Dowds & Peter, 2002).

1.6.2.7. Bio-insecticide d'origine végétale.

Les premières substances d'origine végétale, avouées et abondamment utilisées contre les nuisibles peuvent être classées en alcaloïdes (nicotine et l'anabasine), flavonoïdes (roténone et rétinoloïdes et les pyréthrinés) et huiles essentielles végétales. Ces substances sont traitées à partir de constituants chimiques efficaces extraits des plantes, appartenant aux familles des Meliaceae, Compositae, Ephedraceae, Lauraceae, etc. Ils peuvent contrôler par divers moyens, telles que la toxicité par contact, la toxicité gastrique, les effets répulsifs et interférence dans le développement des insectes (Castillo *et al.*, 2017 ; Ling *et al.*, 2018).

La nicotine est le principal alcaloïde, extrait du tabac. Le tabac est une plante de la famille des Solanacées (*Nicotina tabacum* et *Nicotina Rustica*) (Linné, 1735), insecticide fumigène agissant sur les synapses du système nerveux central des insectes (Schradler, 1948).

La roténone et rétinoloïdes sont extraites de racines, feuilles ou graines de légumineuses de *Derris elliptica* ou *Lonchocarpus* qui est un isoflavone pentacyclique biosynthétisé de l'acétate, du mévalonate et de la phénylalanine. Ces composés agissent par contact et ingestion en bloquant l'absorption de l'oxygène par les cellules (Corbette *et al.*, 1984).

Le pyrèthre, extrait des fleurs de Chrysanthème (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) appartenant à la famille des Astéracées, agit par contact sur le système nerveux des insectes, provoquant une perte d'équilibre, des phénomènes convulsifs, une paralysie et finalement la mort (Gaudin, 1937).

L'utilisation de ces substances comme un agent de lutte contre les blattes (Crosby *et al.*, 1966) comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone ; ainsi que les pyréthrinés ont fait l'objet de plusieurs travaux (Aligon *et al.*, 2010 ; Nasirian & Salehzadeh 2019 ; Pan *et al.*, 2020).

Les huiles essentielles, sont parmi ces biopesticides, les plus efficaces, qui constituent souvent la fraction bioactive des plantes (Harouna *et al.*, 2019; Boné *et al.*, 2020). Leur toxicité est liée à la présence de certains sites fonctionnels oxygénés, mais également de la composition

chimique complexes et variables de constituants des huiles essentielles révèle (DeVries *et al.*, 2019 ; Oladipupo *et al.*, 2020). En effet, plusieurs huiles essentielles extraits des différentes plantes, *Angelica sinensis*, *Curuma aeruginosa*, *Cyperus rotundus*, *Eucalyptus robusta*, *Illicium verum*, *Lindera aggregate*, *Ocimum basilicum* et *Zanthoxylum bungeanum* ont été testés chez *B. germanica* (Liu *et al.*, 2015 ; Batimsoga *et al.*, 2021).

I.6.3. La lutte physique.

Elle consiste l'utilisation des pièges à glue (Iyon, 1997 ; Kim *et al.* 2000). Les appâts ont été longtemps utilisé contre les blattes. Ils peuvent exister sous plusieurs formes (figure 9) notamment des pâtes, granulés, gels ou poudres (Pachamuthu *et al.*, 1999 ; Montalva *et al.*, 2016). Ils sont généralement basés sur insecticide à action prolongée, il faut au moins 7 jours pour produire effet (Durier & Rivault, 2000).

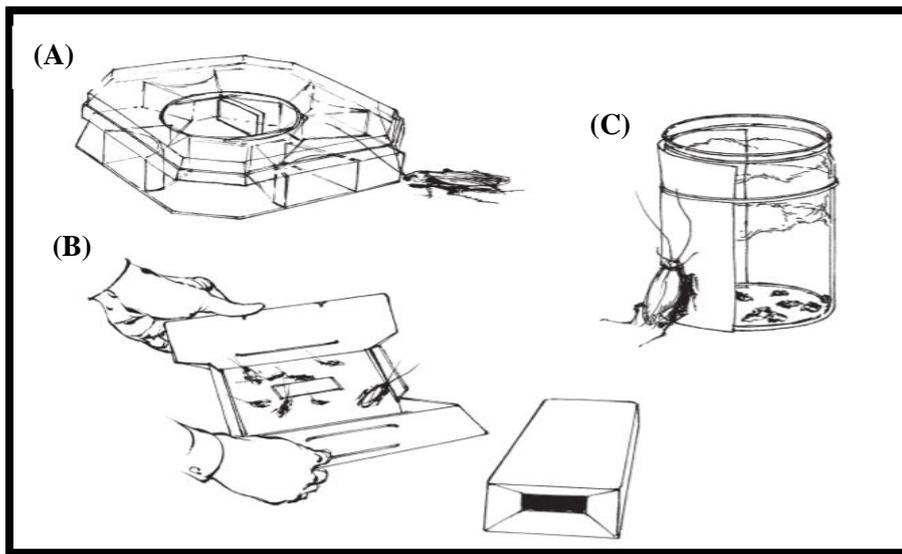


Figure 9. Quelques modèles de piège. (A) : Piège mécanique élaborer contenant un aliment attractif. (B) : Papier gluant recouvert de blattes prises au piège : le piège contient un produit chimique attractif. (C) : Piège constitué d'un simple bocal garni de raisins secs comme appât : une feuille de papier facilite l'entrée des blattes.

*Chapitre II : Etude ethnobotanique
de Ricinus communis.*

Chapitre II : Etude ethnobotanique de *Ricinus communis* (L.)

II. Présentation et description de l'espèce.

II.1. Taxonomie de *Ricinus communis*.

Ricinus communis est une plante du sous règne des Phanérogames, de l'embranchement *Spermaphyte* (plante à graine), de sous l'embranchement *Angiosperme* (Magnoliophyta : Plantes à fleurs), de la classe des Magnoliopsidae, de sous classe des Rosidae, de l'ordre des Euphorbiales et de la famille des Euphorbiaceae (Anjani, 2005 ; Nguessan *et al.*, 2009). Cette famille compte entre 5000 et 8000 espèces réparties dans environ 300 genres. Le genre *Ricinus* est représenté par une seule espèce : *Ricinus communis* L. (Polvèche, 1996 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Benrezig-Mahdjouba, 2016 ; Ghnimi, 2018).

II.2. Nomenclature de *Ricinus communis*.

Ricinus communis (L.) est appelée communément en arabe kharouâa (Ghrabi, 2005). Il est également appelé Castor plant, castor oil plant ou Palma Christi en Anglais (Lorenzo & Lynne, 1998 ; Grace, 2007 ; Volkshard & Nogueira, 2007 ; Leo *et al.*, 2009) et ricin en français (Maroyi, 2007). Le nom commun de *R. communis* en Brésil est Carrapateira ou mamoneira (Cristiane *et al.*, 2009), tandis qu'en Mexique est Huiguerilla (Adolfo & Heinrich, 2005). Au Nigeria, selon les régions, le nom commun du ricin est Zurman (en Hausa), Laraa (en Yoruba), Ogilisi (en Igbo), Kpamfini gulu (en Nupe), (Sule & Sani, 2008). Le ricin est connu par le nom de Arand en Pakistan (Qureshi, 2009 ; Cheema, 2012). Cependant en Inde plusieurs appellation selon les régions tel que Erandah, Amudam, Erandi et Arand (Poonam *et al.*, 2008). Le ricin est appelé également kharouâa en Algérie.

II.3. Généralité sur le genre *Ricinus*.

Le nom générique *Ricinus* signifie « tique » en latin : la graine est ainsi nommée parce qu'elle a des marques et une bosse qui la fait ressembler à certaines tiques (Ramprasad & Bandopadhyay, 2010 ; Armstrong, 1982). *Ricinus* ou *Ricinus communis* L. fait partie de la famille des Euphorbiaceae et contient 8100 espèces. Nom de l'espèce, *communis* vient du mot latin commun et signifie simplement « commun ». La plante est le seul représentant du genre *Ricinus*, ce sont des plantes herbacées, des arbustes ou des arbres à grandes feuilles de palmier (Witchard, 1997 ; Paul & Tanigoshi, 1999 ; Malath *et al.*, 2006 ; Ledent & Mairesse, 2008). Les plantes originaires d'Afrique tropicales sont répandues dans le monde entier (Sijelmassi,

1991) et peuvent être développées sous forme d'arbres, qui peuvent être plantés à grande échelle et peuvent atteindre une hauteur de plus de 10 m (Dumeignil, 2012), principalement en Inde, au Brésil et en Chine (Production d'huile de ricin).

L'apparence de cette famille de plantes est très variable et se caractérise essentiellement par du latex blanc irritant la peau, collant et épais avec un fruit à trois loges (Lagnika, 2005 ; Dumeignil, 2012 ; Belharrane-Boumaza, 2014). Selon la variété et la maturité de la plante, les feuilles sont vertes ou rouges (figure 10) avec de longues tiges de palmier et des bords dentelés (Dumeignil, 2012).



Figure 10. *Ricinus communis* en période de maturation (Boudeguig & Gouaidia, 2020).

(A : exemple d'inflorescences du Ricin, B : les graines à la fin de la période de végétation (brun-rouge), C : développement des capsules vertes qui contient des graines. D : les feuilles (grandes feuilles palmées).

II.4. Systématique de *Ricinus communis* (L.).

La systématique de *Ricinus communis* (Anjani, 2005 ; Aslania *et al.*, 2007) est comme suite :

Règne : Plantes.

Embranchement : Spermaphyte (plante à graine) (Lagnika, 2005)

Sous-embranchement : Angiosperme (Magnoliophyta : Plantes à fleurs)

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Euphorbiales

Famille : Euphorbiaceae

Genre : *Ricinus*

Espèce : *Ricinus Communis* L.

II.5. Description botanique du taxon.

Ricinus Communis, plante cosmopolite est un arbuste à branches ou arbre herbacé ou fistuleux, jusqu'à 7 m et plus, son feuillage est remarquablement beau, parfois cultivé comme plante annuelle très vigoureuse, naturellement pérenne (Kadambi & Dabral, 1955 ; Mário & Espírito, 2007). Les feuilles sont alternes, grandes parfois de plus d'un pied, palmatilobées de 5 à 9 lobes, glabres, vertes glauques, avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement, rouge à leur croissance (figure 11), portées par de longs tiges et forts pétioles glanduleux vers leur apicale (García *et al.*, 1999 ; Wan, 2006 ; Boudeguig & Gouiadia, 2020).



Figure 11. Types des feuilles de *Ricinus communis* (Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II-5-1- La floraison.

Le ricin se caractérise par des fleurs mâles et femelles sur la même inflorescence. Ainsi, les fleurs staminées mâles sont placées sur la partie inférieure de l'inflorescence alors que les fleurs pistillées femelles occupent la partie supérieure. Les fleurs femelles sont couronnées par trois stylets rouges (William *et al.*, 1967). Dans certains cas, l'inflorescence peut être formée uniquement par des fleurs pistillées (Shifriss, 1966). C'est donc une espèce monoïque (figure 12). La floraison a lieu en été (Shifriss, 1966 ; William *et al.*, 1967 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

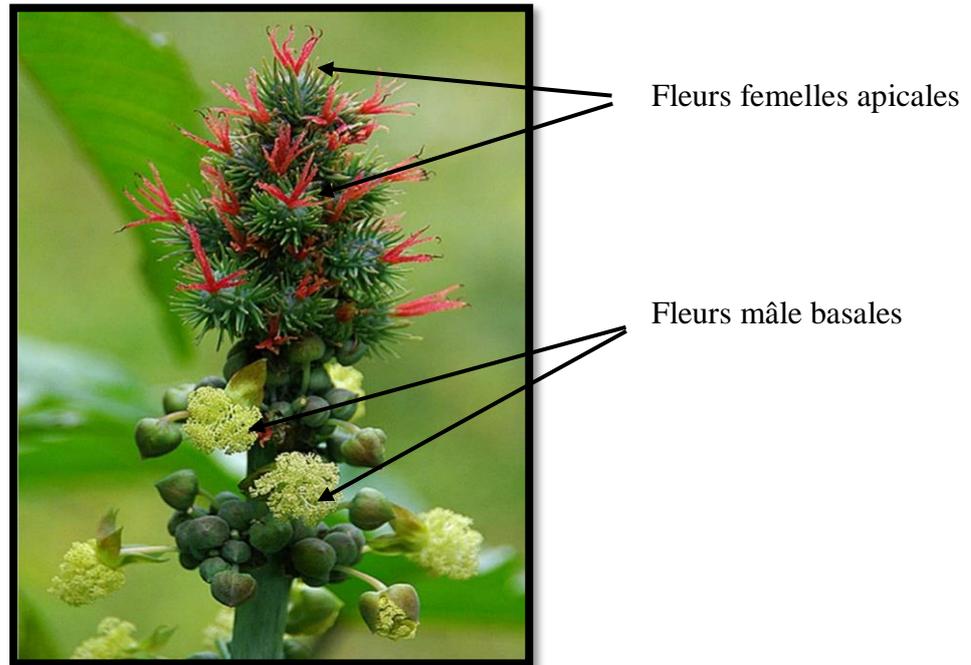


Figure 12. Inflorescence chez le ricin ; Fleurs femelles apicales et fleurs mâle basales (Prat *et al.*, 2005 ; Ghnimi, 2018).

II-5-2- Les fruits et les graines.

Les graines de *Ricinus communis* germent généralement dans les 15 à 21 jours, de 6 mm de profondeur à environ 22 ° C. Les graines doivent être trempées dans de l'eau tiède pendant 24 heures avant d'être semées. (Greenwood *et al.*, 2005 ; Lord & Spooner 2011 ; Lopez *et al.*, 2017).

II-5-2-1- Les fruits.

Les fruits sont des capsules à trois coques (tricoque, composée de 3 lobes) hérissées de pointes (parfois absentes), qui s'ouvre par déhiscence septicide. Les capsules contiennent généralement 3 graines (figure 13), de couleur marron clair, marbrée de rouge ou de brun (Bradberry *et al.*, 2003 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Benrezig-Mahdjouba, 2016 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

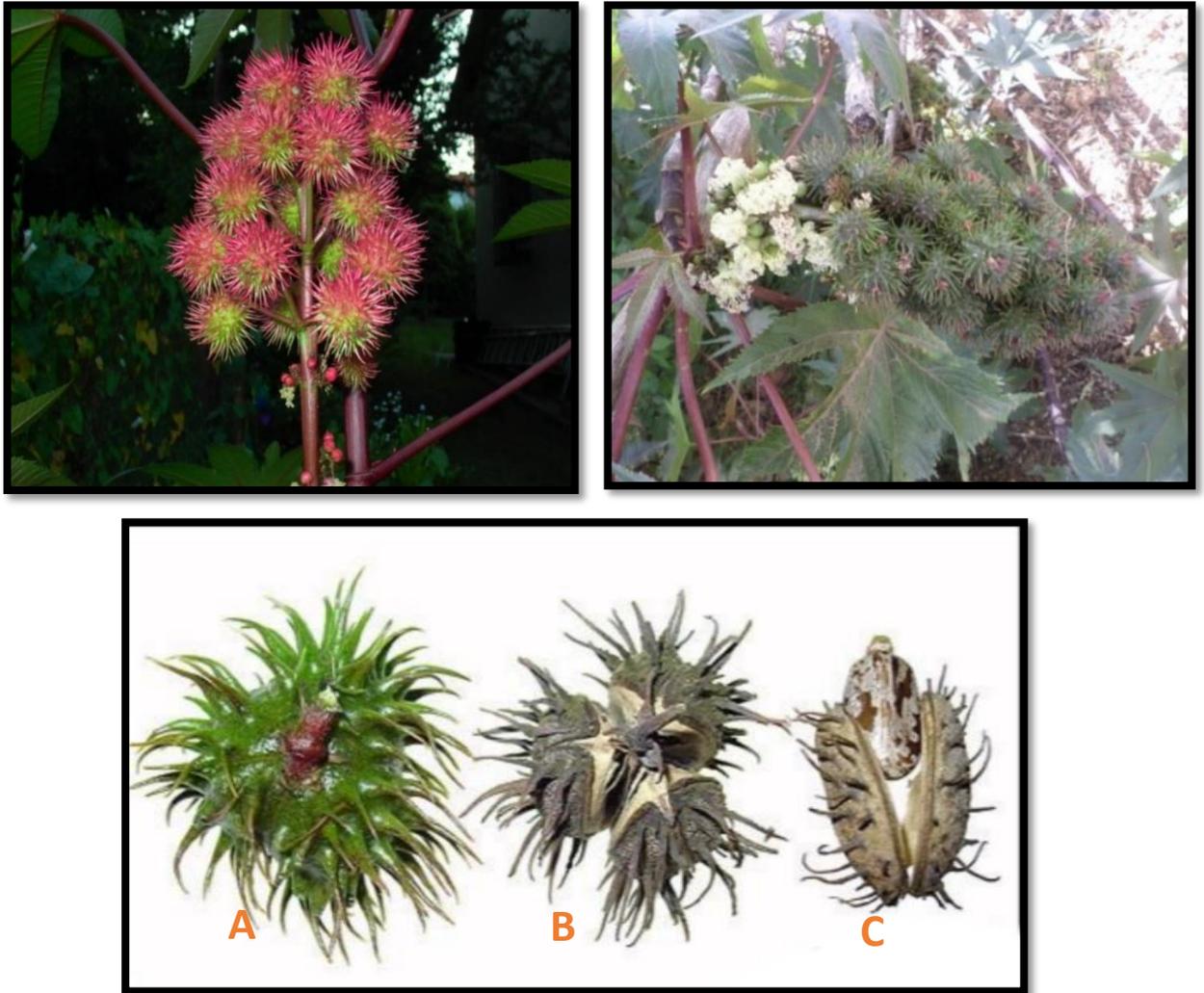


Figure 13. Structure du fruit triloculaire chez *Ricinus communis* (Prat *et al.*, 2005).

Le fruit est triloculaire, il est formé de trois carpelles soudés, fermés et à placentation axile. Dans chaque loge une seule graine se développe. **(A)** : L'ouverture est complexe. **(B)** : les trois carpelles se séparent par trois fentes situées au niveau des cloisons (septum) intercarpellaires (déhiscence septicide) formant trois coques. En **(C)** : les trois coques séparées s'ouvrent par trois fentes situées au niveau de leur nervure médiane (déhiscence loculicide), ce qui permet la libération des graines.

II-5-2-2- Les graines.

Inclus dans chaque lobe de la peau, presque Haricots de taille moyenne, en forme de poire, ovoïdes, allongés ou plats, marbrés brillants Gris rougeâtre et blanc, elle présente une ligne saillante sur la face ventrale et est surmontée par un caroncule au sommet. A l'intérieur de la

graine se trouve une amande oléagineuse qui est très toxique (figure 14). Elle contient entre 40 et 60 % d'huile riche en triglycérides, principalement la ricinoléine (Little & Wadsworth, 1974).

C'est à partir des graines qu'on obtient l'huile médicinale bien connue.

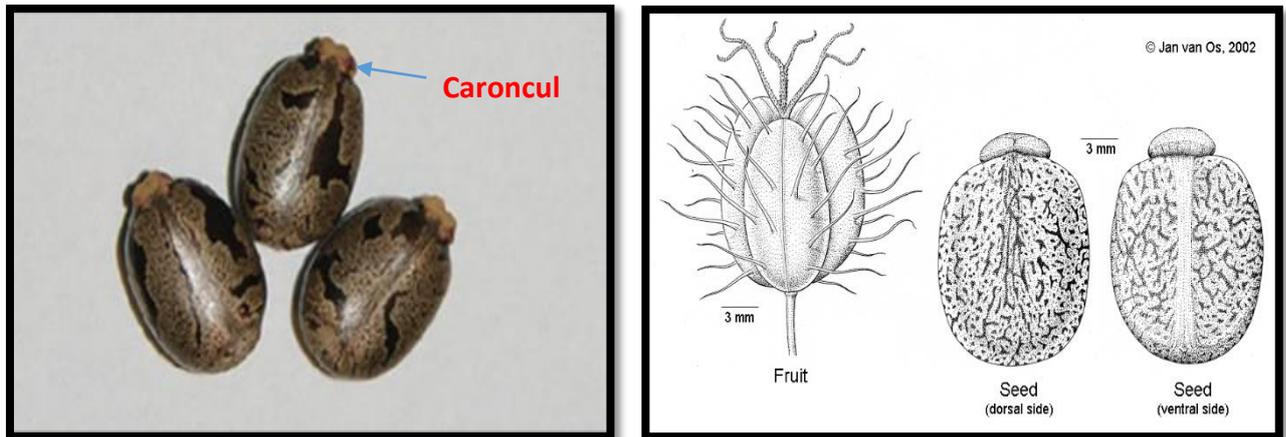


Figure 14. Graine de Ricin avec sa caroncule au sommet (Van-Welzen, 2001).

La partie souterraine possédant une racine pivotante puissante à racines latérales marquées.

II-6 Distribution biogéographique de l'espèce.

II-6-1- Propagation et répartition.

L'origine du *Ricinus communis* c'est l'Afrique tropicale, il est développé en tant que plante ornementales dans diverses régions d'Asie, d'Amérique du Nord, d'Afrique et d'Europe (Aslania *et al.*, 2007). Il est largement cultivé dans la plupart des régions tropicales et subtropicales sèches et dans de nombreuses régions tempérées chaudes (Ziyu *et al.*, 1992 ; Cheema *et al.*, 2010 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II-6-1-1-Répartition mondiale.

L'inde et la chine sont les premiers payés fabricant de ricin (FAO, 2007). Le ricin est largement cultivé dans les régions tropicales chaude et aride (Ziyu *et al.*, 1992). Cette plante est présente dans tout le continent africain de l'Atlantique à la mer Rouge, et du sud de la Méditerranée à l'Afrique du sud, ainsi que dans les iles de l'océan Indien (Maroyi, 2007 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.6.1.2. Répartition en Algérie.

Le Ricin pousse spontanément en Algérie, en effet il pousse librement dans le lit des oueds du littoral, sur des hauts plateaux et atlas, même au Sahara. Le Ricin est très abondant dans la zone saharienne (Trochain, 2016 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.7. Conditions édaphoclimatiques.

II.7.1. Exigences climatiques.

La culture de ricin exige un climat tropical, subtropical, et tempéré entre 40°C nord et 40°C sud (Rousset, 2008 ; Ombrello, 2000). L'humidité idéale se trouve autour de 65%. Il préfère des pluviométries assez élevées pour compléter son cycle de développement, avec une précipitation de 357 à 500 mm de pluie pendant la période végétative (Déthiollaz, 2003 ; Terekina, 2009 ; Nweke *et al.*, 2017). La répartition géographique du ricin dans le monde indique qu'il tolère une grande variabilité des conditions climatiques sauf pour les très basses températures. En effet, vingt-quatre heures à 2 °C suffisent pour inhiber la germination. Cependant, un bon démarrage de la germination à des températures supérieures à 15°C est observé (Polvèche, 1996 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.7.2. Exigences édaphiques.

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol sont dites conditions édaphiques. Le Ricin exige un sol bien drainé, riche en engrais (sols argileux-siliceux), elle demande une bonne topographie, la pente maximale ne doit pas dépasser 12%, et une bonne exposition au soleil. Il lui faut des sols argileux siliceux ou siliceux-argileux profonds. Les sols alluvionnaires sont excellents pour cette plante. Le pH idéal se trouve entre 6 et 7. La production n'est pas bonne dans des sols humides et pauvres. La période du rempotage est au printemps (Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.8. La phénologie.

L'étude des événements périodiques rythmée de la vie des plantes qui se produisent chaque année est appelé phénologie. Le ricin est une plante annuelle ou pérenne (Dai *et al.*, 1992). Les plantules de ricin lèvent entre 15–21 jours après le semis. Le développement de la

plante suit le modèle de croissance de Leeuwenberg selon lequel les bourgeons apicaux meurent systématiquement après une poussée de croissance, de sorte que la croissance est sympodiale (Tyagi *et al.*, 2015 ; Lopez *et al.*, 2017).

La période végétative se caractérise par l'augmentation du nombre d'entre-nœuds et par conséquent de l'élongation des rameaux. L'apparition des nouvelles feuilles caractérise cette croissance végétative. La formation successive de branches et d'inflorescences se poursuit tout au long de la vie de la plante. Le nœud sur lequel naît la première inflorescence est caractéristique des cultivars. Les premières fleurs peuvent s'ouvrir 40–70 jours après le semis. La germination des graines commence par l'imbibition des graines, ce qui conduit à la transition de l'embryon d'un état de quiescence dans une graine sèche à un état de métabolisme hautement actif. Cette étape se termine par un allongement de radicule ou racine embryonnaire (Wang *et al.*, 2011). Cette racine primaire produit des racines latérales. Après l'émergence de la radicule l'hypocotyle s'allonge et se recourbe en crosse et dès qu'il atteint la surface du sol, il se redresse et soulève les cotylédons et la plumule. Les réserves des cotylédons sont utilisées par la nouvelle plante pour sa croissance. Ainsi, la taille des cotylédons diminue progressivement, ils se dessèchent et finissent par tomber (Peter *et al.*, 1999).

Le pollen est surtout émis le matin et la pollinisation s'effectue par le vent. La croissance étant indéterminée, il peut arriver qu'une plante ait des infrutescences à plusieurs stades de développement (Bradberry *et al.*, 2003 ; Severino *et al.*, 2013)

La maturation des fruits à l'intérieur d'une infrutescence est inégal, les fruits situés dans la partie inférieure mûrissant avant ceux situés dans la partie supérieure. En conditions favorables, le ricin a un taux élevé de photosynthèse qui a été attribué à la forte teneur en chlorophylle des feuilles (Severino *et al.*, 2013 ; Ghnimi, 2018 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.9 Utilisation du ricin.

II.9.1. Utilisations traditionnelles.

Les traces d'utilisation de l'huile de ricin datent des civilisations anciennes égyptiennes et grecques particulièrement pour l'éclairage, mais aussi comme application corporelle (Olsnes *et al.*, 1976 ; Scarpa & Guerci, 1982). Dans la médecine traditionnelle indienne, les feuilles, les racines et l'huile extraite des graines de cette plante ont été employés pour le traitement de l'inflammation et dans des affections du foie (Rao *et al.*, 2010 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020)

Les feuilles de ricin sont traditionnellement utilisées pour guérir les angines et les douleurs musculaires (Andrade-Cetto, 2009). Les racines de cette plante sont utiles pour les maladies nerveuses et les affections rhumatismales, la sciatique et la pleurodynie (Nadkarni, 1954). Les feuilles et les racines ont été utilisées également pour le traitement de l'inflammation et les troubles hépatiques, ainsi que pour le traitement du diabète (Scarpa & Guerci, 1982 ; Abdul *et al.*, 2018). Mais encore comme diurétique (L'huile de Ricin stimule les enzymes digestives, appelés lipases, ce qui permet l'accélération de transit) (Capasso *et al.*, 1994 ; Tunaru *et al.*, 2012). Le ricin est considéré également comme agent antibactérien (Ilavarasan *et al.*, 2006). L'huile est utilisée contre les rides, les kystes ou excroissances, les cornes sous les pieds, les douleurs articulaires (douleurs arthritiques, enflures des doigts, raideurs dans le cou, gorge douloureuse), l'irritation de l'œil et les infections auriculaires. De même, l'huile de ricin peut être utilisée comme laxatif (Abu-Irmaileh, 2003). Elle favorise également la pousse des cheveux chez l'enfant (Abdulazim *et al.*, 1998). L'usage de cette huile en cataplasme est encore utile pour les problèmes liés à la vésicule biliaire et au foie (Visen *et al.*, 1992).

Il a été rapporté en Algérie, que certaines femmes ont pris des graines de ricin plongées dans du sang chaud d'un lapin pour empêcher de tomber enceinte. Aussi, il a été rapporté, qu'il n'y aura aucune grossesse pour au moins 9 mois, si une femme prend une graine après la naissance d'un enfant (Abdulazim *et al.*, 1998).

II.9.2. Utilisations médicinales.

Le ricin est une plante médicinale qui a été utilisée dans le traitement de nombreuses maladies. Ainsi L'extrait de feuilles de *R. communis* a affiché une activité hépatoprotectrice, cholérétique (stimule la sécrétion de la bile) et anticholestatique (antihépatite A) (Hassan *et al.* 2018). Les extraits alcooliques de *R. communis* ont présenté différentes activités antidiabétiques et contraceptive (Scarpa & Guerci, 1982 ; Abdul *et al.*, 2018). Alors que l'extrait méthanoïque montre une activité anti-inflammatoire importante contre des inflammations aiguës et chroniques chez les rats, cet extrait a montré également une importante activité dans le piégeage des radicaux libres par inhibition de la peroxydation lipidique (Ilavarasan *et al.*, 2005 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

Des études ont montré que l'extrait du péricarpe, à faible dose, a un effet stimulant sur le système nerveux central de la souris et des propriétés neuroleptiques. Contribuent de ce fait à la consolidation de la mémoire et à la diminution du comportement explorateur, pouvant ainsi être employé pour le traitement des amnésies humaines (Ferraz *et al.*, 1999). De même, la ricine est utilisée comme immunotoxine pour lutter contre la leucémie (Kreitman & Pastan, 2006).

Cette glycoprotéine inhibe la synthèse des protéines, caractéristique et propriété utilisées pour le traitement du cancer et du sida (Déthiollaz, 2003). Par ailleurs, l'épicatéchine diminuerait le risque de contracter quatre des cinq maladies les plus mortelles : l'infarctus, l'insuffisance cardiaque, le cancer et le diabète (Tyagi *et al.*, 2015 ; Polito *et al.*, 2016).

La ricine a un grand potentiel thérapeutique, par exemple, en tant qu'agent anticancéreux, en transplantation de moelle osseuse, ou en recherche cellulaire, et est même explorée dans la formulation des anticorps dans la thérapie tumorale (Patel *et al.*, 2016), elle peut aussi détruire les cellules cancéreuses sans endommager les cellules saines (Déthiollaz, 2003 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.9.3. Utilisation industrielle.

L'huile de ricin est largement utilisée comme lubrifiant de haute qualité, offre un certain nombre d'avantages et constitue une matière première, dans différents secteurs industriels (chimique, alimentaire, cosmétique, etc.) (Ogunniyi, 2006 ; Patel *et al.*, 2016 ; Mensah *et al.*, 2018).

Les graines de ricin renferment environ 45 à 60% d'huile (Caupin, 1997 ; Jena & Gupta, 2012) composée essentiellement de l'acide ricinoléique traditionnellement employée en médecine et pour l'éclairage (Maroyi, 2007).

L'huile de ricin déshydratée, est employée dans l'industrie de peinture et de vernis, la fabrication d'un éventail des produits sophistiqués comme les fibres en nylon, lubrifiants de moteur de gicleur, fluides hydrauliques, plastiques, le simlicuir, fabrication d'optique des fibres, prothèses à l'épreuve des balles en verre et d'os et comme antigel pour des carburants et des lubrifiants utilisés dans des fusées d'avion (Severino *et al.*, 2012 ; Mensah *et al.*, 2018).

Au Brésil, dans le domaine énergétique, cette huile est utilisée pour la production de biodiesel (César & Batalha 2010 ; Costa *et al.*, 2013 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

Enfin, l'huile de ricin est largement utilisée comme ingrédients dans la fabrication des produits cosmétiques, comme les rouges à lèvres ou les produits de soins capillaires ; comme supplément pour renforcer les cils et accélérer la pousse des cheveux, les crèmes pour les mains et savon de bain ; ou dans les produits de soins des pieds (Patel *et al.*, 2016).

II.10. Caractéristiques phytochimiques de *Ricinus communis*.

Les analyses phytochimiques des extraits des feuilles ont révélé la présence de flavonoïdes (Kang *et al.*, 1985), des tanins (Khogali *et al.*, 1979) et des composés phénoliques

antioxydants extraits à partir des feuilles, dont les principaux sont l'acide gallique, la quercétine, l'acide gentisique, la rutine, l'épicatéchine, et l'acide ellagique (Chen *et al.*, 2008). Pour les extraits des racines, Hall & Medlow (1974) ont confirmé la présence de l'acide indole-3-acétique qui est l'une des auxines (phytohormones responsables de la croissance végétale) les plus connus. Les graines de ricin (*Ricinus communis*), sont des graines oléagineuses importantes, elles contiennent 40 % d'huile, de ricine qui est une toxalbumine (Abdul *et al.*, 2018) et de ricinine (Leshin *et al.*, 2010).

II.10.1. Propriétés physico-chimiques.

II.10.1.1. L'huile de ricin.

L'huile de ricin extraite à partir des graines renferme des acides gras, notamment les acides ricinoléique, palmitique, stéarique, oléique, linoléique, linoléinique et eicosénoïque et acide dihydroxystearique (Scarpa & Guerci, 1982 ; Patel *et al.*, 2016). L'huile est sous forme de liquide visqueux ambre pâle. Avec une couleur jaune pâle de paille ou légèrement jaunâtres (Akpan *et al.*, 2006). Après le raffinage et le blanchissement, il a une odeur distincte, mais elle peut facilement être éliminée dans le processus de raffinage. Selon Akpan *et al* (2006) les propriétés physico-chimiques sont présentées respectivement dans les tableaux 1 et 2.

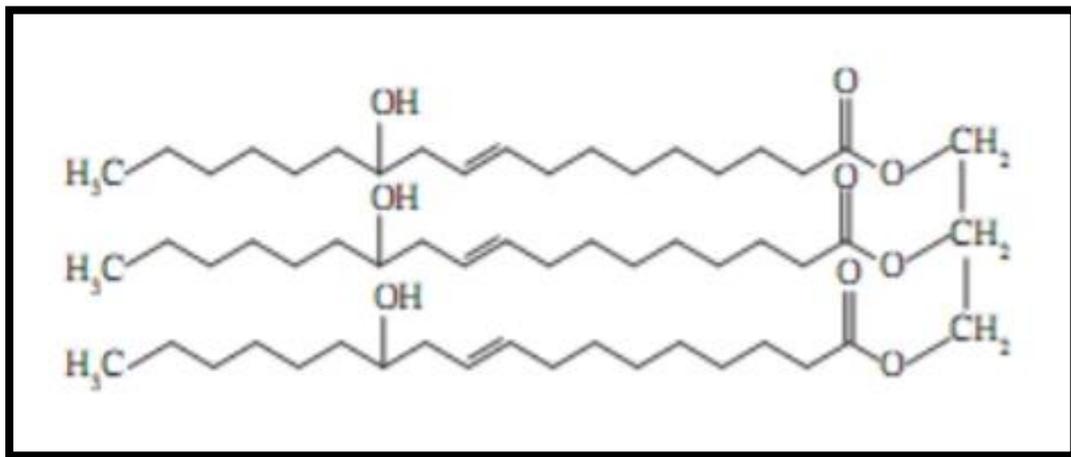
Tableau 1 : Propriétés physiques d'huile de ricin brut (Akpan *et al.*, 2006).

Propriété	L'huile de ricin
Densité	0,9587
Viscosité à 28°C	9,42477
Indice de réfraction à 28°C	1,4686
PH	6,11
Couleur	Ambre

Tableau 2 : Propriétés chimiques d'huile de ricin brut (Akpan *et al.*, 2006).

Propriétés	L'huile de ricin brut
Indice d'acide	1,48
Valeur de saponification	185,83
Valeur d'iode	87,72

Comme toutes les autres huiles végétales et animales, l'huile de ricin est un triglycéride (figure 15), qui est chimiquement une molécule de glycérol estérifié avec un acide gras (Barbosa *et al.*, 2010). L'acide ricinoléique c'est l'acide gras principal (Jumat *et al.*, 2010).

**Figure 15.** Structure de l'huile de ricin (Cangemi *et al.*, 2008).

II.10.1.2. Ricine.

La ricine est une protéine hétérodimérique constituée de 1% à 5% des protéines totales des graines de *Ricinus communis L* (Lord *et al.*, 2003 ; Breton, 2002). Il s'agit d'une glycoprotéine de poids moléculaire élevé, composée de deux peptides, de nature glycoprotéique (Lappi *et al.*, 1978 ; Lord & Spooner 2011 ; Worbs *et al.*, 2011) (figure 16). La fraction A est une protéine globulaire de 267 acides aminés possédant l'action toxique. Cette fraction A fait partie des RIP I (Ribosome Inactivating Proteins), ensemble de protéines toxiques de séquences

pour le suivi des intoxications causées par des extraits de plantes (Darby *et al.*, 2001 ; Lopez *et al.*, 2017 ; Robert-Koch, 2017).

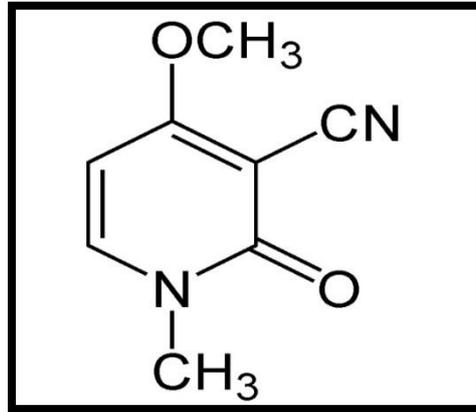


Figure 17. La structure chimique de ricinine (Anete *et al.*, 1999).

II.11. Toxicité.

Toute la plante est entérotoxique. Les graines de ricin sont, potentiellement, toxiques. L'enveloppe de la graine de ricin contient la ricine (Ovenden *et al.*, 2014), en effet l'une des toxines végétales les plus nocives d'origine végétale connue à l'homme (Kopferschmitt *et al.*, 1983 ; Aubry, 2012).

La consommation accidentelle par le bétail ou par les enfants de graines ou de produits contenant de l'huile de ricin peut provoquer des intoxications graves nécessitant impérativement une prise en charge hospitalière. La dose létale par personne chez l'homme, est de 1-20mg/kg (entre 5 à 20 graines) (Roy *et al.*, 2003 ; Payal *et al.*, 2010). La DL50 chez la souris est de 2,7 à 3 µg/kg par injection et 12 µg/kg par inhalation (Bradberry *et al.*, 2003).

II.11.1. Mécanisme de toxicité.

La chaîne B se fixe sur les résidus galactoses ou N- acétylgalactosamines d'une glycoprotéine de la membrane cellulaire (Worbs *et al.*, 2011), Il se forme ensuite, par endocytose, des vésicules ou endosomes contenant la ricine qui vont assurer son transport dans le cytosol (Gage *et al.*, 2011). Dans le cas favorable, celles-ci peuvent retourner à la surface

cellulaire et être éliminées, ou elles peuvent être absorbées par des lysosomes et être détruites. Dans l'hypothèse toxique, les organites pénètrent dans le réseau Trans de l'appareil de Golgi, puis la ricine est libérée dans le cytosol où elle exerce son action toxique sur les ribosomes du système réticulo-endoplasmique par l'intermédiaire de son fragment A (Hartley & Lord 2004 ; Tyagi *et al.*, 2015)

Les ribosomes, composés par l'assemblage de deux sous-unités, sont constitués pour plus de leur moitié d'ARN, jouant un rôle déterminant dans l'activité catalytique, l'autre partie étant composée de protéines (Lord & Spooner 2011). La ricine suit un parcours intracellulaire inverse de celui effectué par les protéines, car celles-ci, après leur synthèse dans le réticulum endoplasmique passent par l'appareil de Golgi et parviennent à la surface cellulaire dans des endosomes pour y être libérées (Lord & Spooner 2011 ; Sandvig *et al.*, 2013 ; Tyagi *et al.*, 2015). L'action toxique de la fraction A de la ricine repose sur ses propriétés catalytiques enzymatiques, elle se fixe et enlève une adénine dans une boucle exposée de l'ARN ribosomal qui joue un rôle fondamental lors de la fixation des facteurs d'élongation (figure 18). L'adénine cible est dans une séquence spécifique d'ARN de type GAGA (Sandvig *et al.*, 2013). L'élimination de l'adénine inactive directement ou indirectement fragilise la structure des enzymes, de manière irréversible. Cette activité enzymatique est particulièrement efficace car une seule molécule de ricine serait capable de détruire environ 1500 ribosomes à la minute et de tuer ainsi une cellule par blocage de la synthèse protéique (Dumeignil, 2012). Ainsi, l'action toxique se déroule en deux étapes une chaîne du dimère permettant la fixation et l'internalisation cellulaire, puis l'autre chaîne exprime sa toxicité (Brunat *et al.*, 2002) (figure 19).

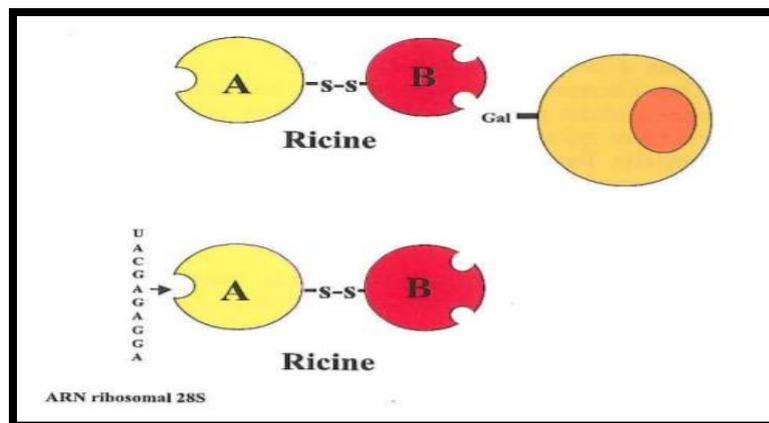


Figure 18. Schéma de la structure de la ricine et de ses sites de fixation.

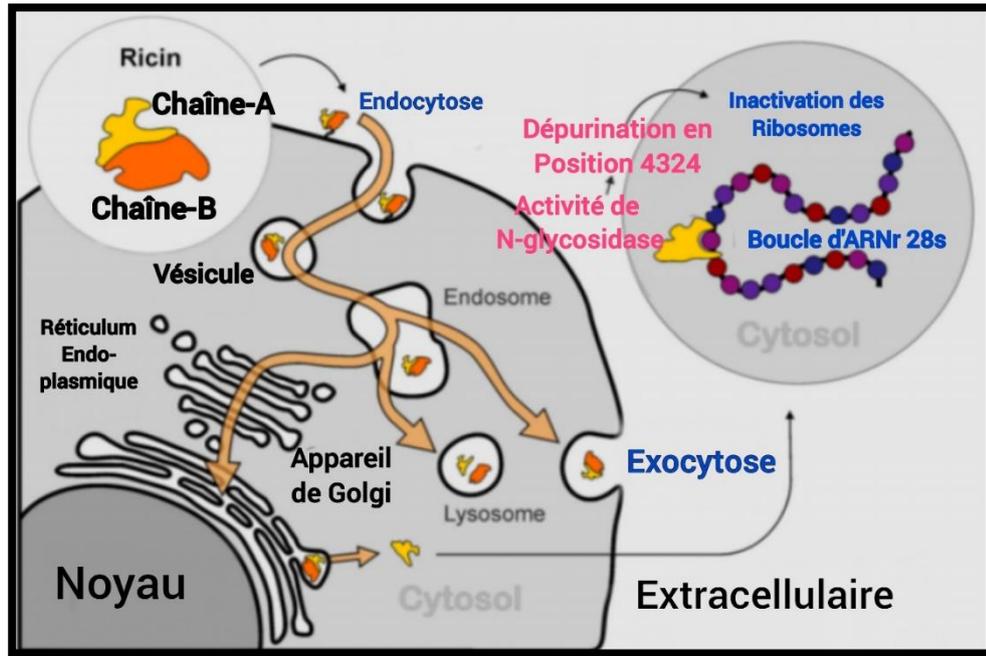


Figure 19. Schéma du transfert intracellulaire de la ricine vers ses sites d'action, les Ribosomes (Franke *et al.*, 2019).

II.12. Lutte biologique et activité bioinsecticide.

II.12.1. Activité insecticide.

R. communis possède des propriétés anti fertilisants, insecticides, larvicides (Ramos-López *et al.*, 2010 ; Zahir *et al.*, 2010). Afin de chercher des biopesticides d'origine végétale, l'effet pesticide de cette plante a été déjà testé sur plusieurs espèces indésirables. Les travaux de Ghnimi *et al.*, (2014) ont démontré que les extraits aqueux de feuilles et de graines du ricin ont une activité larvicide contre *Culex pipiens L.* (moustique), avec une mortalité de 100% après 24 heures d'exposition à des concentrations létales CL50 très faibles. Les extraits aqueux des feuilles du ricin, *Ricinus communis* constituent des larvicides prometteurs pour la lutte contre les larves de quatre espèces de moustiques culicidés : *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culiseta longiareolata* et *Anopheles maculipennis* (Aouinty *et al.*, 2006). Sharma *et al.*, (1991) ont montré que le ricin peut être utilisé comme un insecticide efficace, pour lutte contre les termites (fourmis blanches) qui endommagent le bois de *Mongifera indica* et *Pinus longifolia*. L'extraits aqueux des feuilles du *Ricinus communis* a été prouvée également dans la lutte contre plusieurs espèces diptères comme *Aedes albopictus L.*, *Aedes aegypti L.*, *Culex pipiens L.*, *Aedes caspius L.*, *Culiseta longiareolat L.*, *Anopheles maculipennis L.* et *Culex quinquefasciatus L.* (Hamaidia

& Soltani, 2019 ; Waris *et al.*, 2020 ; Azevedo *et al.*, 2021 ; Younoussou, 2021). Bayaso, (2013) a démontré les propriétés antifongiques de l'extrait des feuilles de *R. communis* contre *Alternaria solani* agent responsable de l'alternariosis de la tomate. Les travaux de Ferji *et al.*, (2006) ont approuvé qu'avec ses qualités nutritives *Ricinus communis* possède des propriétés nématocides. Adomako & Kwoseh, (2013) ont également démontré le potentiel nématocide *in vitro* de l'extrait de feuilles de *R. communis* contre les nématodes des racines de la tomate (*Meoidogyne spp.*). Ainsi les études menées par Badaró *et al.*, (2019) ont démontré l'activité antibactérienne des extraits des feuilles de *R. communis* sur une large gamme de bactéries Gram+ comme *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus mutans*.

En effet, selon Tounou *et al.*, (2011) l'huile extraite des graines de *R. communis* s'est avéré très toxique pour lutter contre les larves d'insecte de *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), il cause la mortalité de 54 à 71 % de la population et réduit l'oviposition. L'huile de *R. communis* présente également un effet très toxique chez les larves de plusieurs espèces de moustiques ; *Spodoptera frugiperda* (Coleoptera : Curculionidae), *Callosobruchus chinensis* (Upasani *et al.*, 2003) et *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera : Curculionidae) (Tinzarra *et al.*, 2006). Plusieurs études ont rapporté les effets toxiques d'huile végétale de *Ricinus communis* dans le contrôle des populations de mouches *Musca domestica* L. (Diptera Muscidae) (Singh & Kaur, 2016). Une forte toxicité de l'extrait des huiles de *R. communis* également constatée à l'égard des larves d'un insecte lépidoptère *Plutella xylostella* L (Sotondji *et al.*, 2020 ; Wei *et al.*, 2021), ou encore chez plusieurs espèces coléoptères (Sarwar *et al.*, 2019 ; Akunne *et al.*, 2021 ; Younoussou, 2021).

Aussi, des travaux antérieurs ont montré que la pâte des graines de *R. communis* a une meilleure activité insecticide et peut être utilisé comme un larvicide efficace contre les moustiques (Ghoneim, 2021 ; Salinas-Sánchez, 2021). Avec ses qualités nutritives *Ricinus communis* possède des propriétés nématocides (Ferji *et al.*, 2006).

*2ème Partie : partie
Expérimentale
Chapitre III : Matériel et
Méthodes.*

III. Matériel et méthodes.

III.1. Objectif de travail.

Dans ce contexte, s'inscrit le présent travail dont l'objectif essentiel consiste d'évaluer la toxicité de *Ricinus communis* chez *Blattella germanica*. Cette espèce, caractérisée par un fort potentiel reproducteur très élevé, sa résistance aux conditions extrême et son intérêt dans le domaine médical, représente un modèle de choix.

En raison de la neurotoxicité et des relations étroites entre le système nerveux et neuroendocrinien, nous avons examiné l'impact de la pâte des grains de cette plante, chez les adultes de *B. germanica* nouvellement exuvies à la dose létale sur la reproduction. En effet, afin de mieux comprendre son mécanisme d'action plusieurs paramètres morphométriques de l'ovaire sont considérés. À savoir le nombre d'ovocytes par paire d'ovaire, ainsi que la taille (longueur, largeur) et le volume d'ovocytes basal calculé à partir de sa longueur et sa largeur et ceux aux différents âges (0, 2, 4 et 6 jours) du cycle gonadotrophique.

III.2. Matériel.

III.2. 1. Matériel biologique.

B. germanica est une blatte ovipare, dont l'ovaire est de type panoïstique et où toutes les cellules germinales issues des mitoses goniales peuvent évoluer en ovules (figure 20). Les ovarioles sont caractérisés par l'existence de deux zones fonctionnelles, le germarium apical et le vitellarium (Cassier et *al.*, 1997). Le germarium est le siège de la multiplication des ovogonies qui donneront les ovocytes sans aucune formation de cellules nourricières. Le vitellarium permet aux ovocytes, entourés par une assise de cellules folliculaires, d'accumuler des réserves (vitellus) et d'acquérir des enveloppes protectrices, sécrétées par le follicule, appelées enveloppe vitelline et chorion (Raikhel & Dhadialla, 1992).

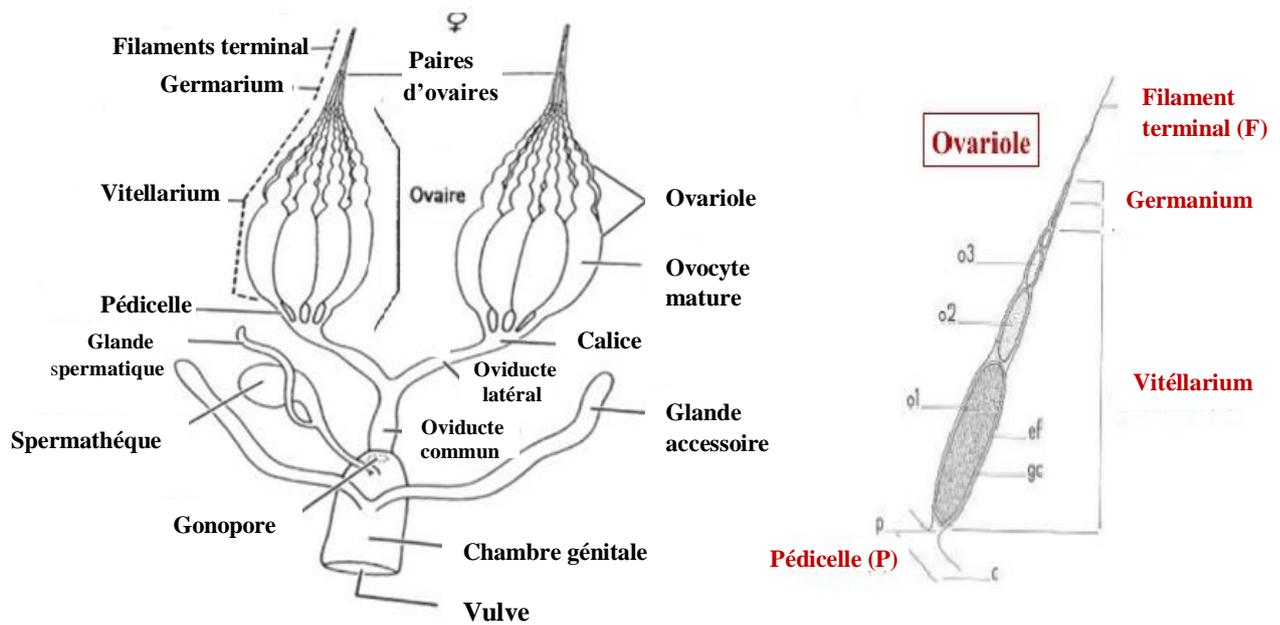


Figure 20. Appareil reproductrice de *Blattella germanica*. (Source : www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects, Consulté le 27/6/2021).

F : relie l'ovariole à la paroi du corps ou au diaphragme, **G** : cellules germinales primordiales (ovogonies plus gamètes), **V** : les ovocytes en voie de vitellogénèse, **P** : tube détruit lors de chaque ovulation.

III.2.2. Matériel Végétale.

III.2.2.1. Présentation de *Ricinus communis*.

Ricinus communis, une plante de la famille des Euphorbiaceae est appelée habituellement en Algérie kharouâa. Ce sont des plantes cosmopolites herbacées, des arbustes ou des arbres. En Algérie le Ricin pousse spontanément dans le lit des oueds du littoral, sur des hauts plateaux, même au Sahara. C'est une espèce monoïque caractérisée par l'insertion de fleurs mâles et femelles sur la même inflorescence. Les graines inclus dans la peau de fruit, de taille haricots, ovoïdes, à l'intérieur de la graine se trouve une amende oléagineuse qui est très toxique qui contient la ricine (Little & Wadsworth, 1974).

III.2.2.2. Récolte des grains de la plante (Echantillonnage).

La récolte des grains de la plante a été réalisée manuellement, pendant les mois d'Avril et Mai (2021), de la région de Ain Makhoulf, située à 57 Km, Est-Ouest de la Wilaya de Guelma (figure 21).



Figure 21. Récoltes et broyage des graines de *Ricinus communis* (Photo personnelle, 2021).

III.3. Méthodes.

III.3.1. Méthode de prélèvement des insectes.

Les prélèvements des blattes ont été effectués de différents endroits de la ville (hôpitaux, structures commerciales, résidences universitaire, maisons et logements). La capture des blattes a été effectuée manuellement, elle a été faite enlaçant des pièges dans les coins là où les blattes sont généralement les plus nombreuses. Les pièges sont, soit des bouteilles en plastique dans lesquelles on met des captivants alimentaires (pomme, des biscuits ou des morceaux de pain), soit des cartons pliés sous lesquels les blattes s'abritent (Figure 22 A et B).

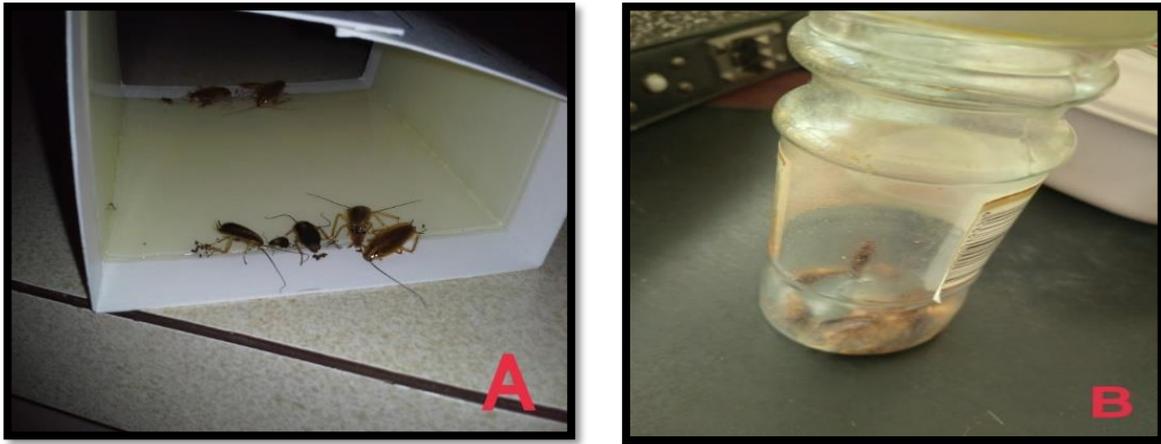


Figure 22. Piège pour capter les cafards (A: cartons pliés, B: piège de bouteilles en plastique) (Photo original, 2021).

III.3.2. Elevage en laboratoire.

L'élevage des blattes a été conduit dans des boîtes en plastiques transparentes continent des trous, permettent l'aération et d'emballages alvéolés d'œufs qui assistent d'abris. Les blattes sont nourries avec des biscuits et abreuvées du coton trempé d'eau. L'élevage est soutenu à une température de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, une hygrométrie de 70 à 80% et une photopériode de 12 heures (figure 23).



Figure 23. Elevage de *Blattella germanica* en laboratoire (photo personnelle, 2021).

III.3.3. Préparation de la pâte des grains de *Ricinus communis*.

Le matériel végétal constitué par les grains de *Ricinus communis*, qui sont préalablement lavés à l'eau, puis sécher au soleil. Ils sont ensuite broyés à l'aide d'un mixeur jusqu'à leur réduction en pâte. La pâte obtenue sera ensuite pesée grâce à une balance de précision localisée dans le laboratoire. La dose maintenue est 400 µg/insecte qui présente la DL50 (dose obtenu après la réalisation du test de toxicité chez *Blattella germanica*) (Boudeguig & Gouaidia, 2020). La quantité est ensuite additionnée à 100 ml d'acétone, puis le mélange est mis sous agitation magnétique pendant 30 minutes à une température ambiante afin de la solubilisée. Finalement, la dose pesée a été mélangée avec 100 g du biscuit écrasé qui servira comme nourriture, pour les femelles adultes nouvellement émergées (0 jour) de *Balttella germanica*.

III.3.4. Traitement des insectes et prélèvement des ovaires.

L'administration de *Ricinus communis* aux adultes femelle de *B. germanica* nouvellement émergés (0 jour), a été effectuée par ingestion à une DL50 de l'ordre de 400 µg/insecte sous forme d'un mélange (biscuit/insecticide). Une série témoin est conduite en parallèle et les individus reçoivent uniquement du biscuit. Les femelles adultes des séries témoins et traitées seront échantillonnées à différents âges (0, 2, 4 et 6 jours) au cours du premier cycle gonadotrophique. Le prélèvement des ovaires est effectué sous loupe binoculaire (figure 24 et 25) et différents paramètres biométriques sont considérés, à savoir :

- * le nombre d'ovocyte par paire d'ovaire
- * la taille (longueur et largeur) de l'ovocytes basal à l'aide d'un micromètre préalablement étalonné
- * le volume de l'ovocyte basal exprimé en mm³ grâce à la formule de Lambreas *et al* (1991).

$$\text{Volume} = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{\text{Longueur}}{2}\right) \left(\frac{\text{Largeur}}{2}\right)^2$$

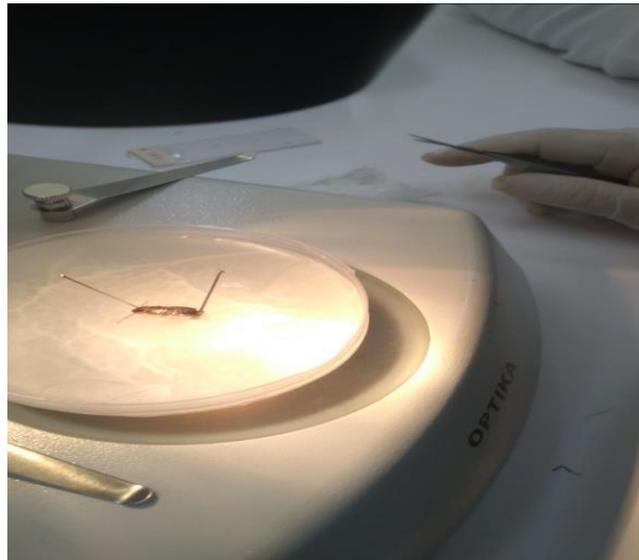
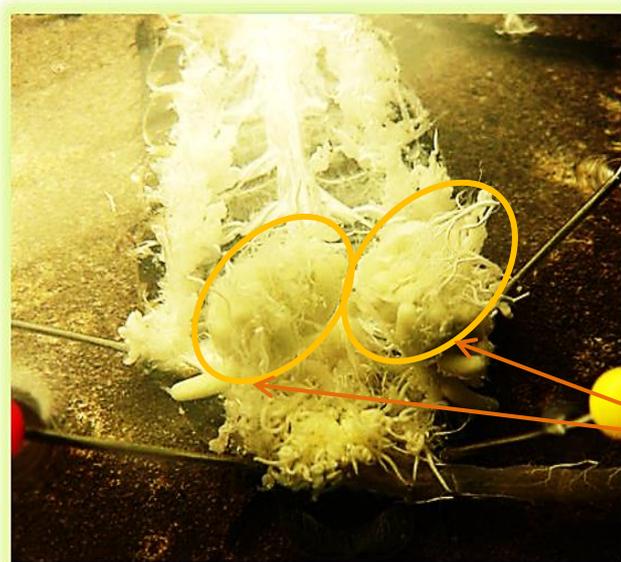


Figure 24. Prélèvement des ovaires de *Blatella germanica* sous la loupe binoculaire (photo personnel, 2021)



Paire d'ovaires

Figure 25. Gonades d'un adulte femelle de *Blattella germanica* nouvellement exuvie (X50), (Source : www.Wikipédia.fr, consulté le 18/06/2021).

III.4. Analyse statistique.

Les résultats obtenus sont représentés par la moyenne arithmétique plus au moins l'écart type ($m \pm s$) établie sur un effectif ou un nombre de répétitions précisées dans les tableaux

et les figures. Différents tests statistiques seront réalisés à l'aide du logiciel MINITAB (Version 18 pour Windows 10) d'analyse et de traitement statistique des données.

- ❖ Pour toutes les séries de données l'égalité des variances sera confirmée grâce au test de Bartlett et Levene avant l'utilisation de l'analyse de la variance. Dans le cas où l'égalité des variances n'est pas obtenue.
- ❖ La régression linéaire, le test « t » de Student ($p \leq 5\%$), l'analyse de la variance à deux critères de classification du modèle linéaire généralisé (ANOVA), permis de mettre en évidence les différences entre les groupes étudiés.

Chapitre IV: Résultats

IV. Chapitre IV : RESULTATS

IV.1. Morphométrie de l'ovaire

Le *Ricinus communis* a été administré aux adulte femelles de *B. germanica*, par ingestion, le jour de l'exuviation imaginale à la dose létale (DL50 = 400 µg/insecte) évaluée chez *B. germanica* (Boudeguig & Gouaidia, 2020). Les effets de la pâte des grains de cette plante ont été évalués sur la reproduction au cours de la vie adulte (0, 2, 4 et 6 jours). Ainsi une étude de différents paramètres morphométriques de l'ovaire [nombre d'ovocytes par paire d'ovaires, longueur (L), largeur (l) et volume de l'ovocyte basal] ont été considérés.

IV.1.1. Effet de *Ricinus communis* sur le nombre d'ovocytes par paire d'ovaires

Les résultats relatifs aux effets de *R. communis* sur le nombre d'ovocyte chez les femelles adultes (0 jour) de *B. germanica* sont représentés par la (figure 26).

Le nombre d'ovocyte par paire d'ovaires chez les séries témoins augmente d'une manière significative à 2 jours ($p = 0,01$), puis diminue très significativement ($p = 0,001$) à 4 jours et significativement ($p = 0,01$) à 6 jours.

Le nombre d'ovocyte chez les séries traitées par la pâte de *R. communis* à la DL50 diminue très significativement à 2 jours ($p = 0,006$). Cependant une diminution hautement significative a été enregistré à 4 et 6 jours ($p = 0,0001$).

La comparaison entre les séries témoins et traitées montre une diminution hautement significative ($p = 0,0001$), aux différents âges de traitement 2, 4 et 6 jours au cours de cycle gonadotrophique.

Chez les séries témoins, la diminution du nombre d'ovocytes, observée à 4 jours est expliquée par la ponte qui se produit à ce moment du cycle gonadotrophique. *Ricinus communis* semble bloquer la ponte et entraîne une baisse du nombre d'ovocytes à la dose testée.

L'analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA), donnée en annexe1 (Tableau 1), révèle un effet du traitement, de l'âge et une interaction traitement-âge très significative ($p = 0,002$).

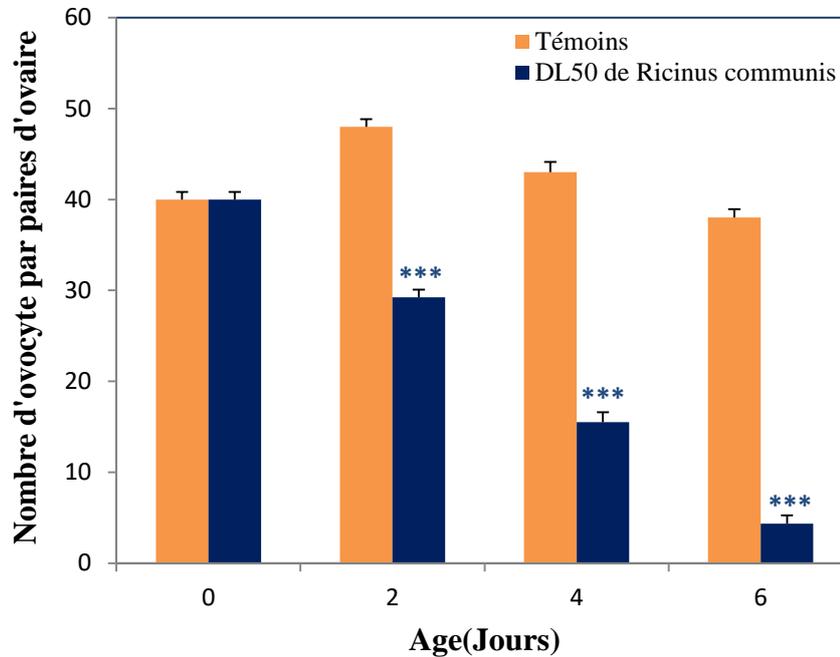


Figure 26. Effet de *Ricinus communis* (DL50 $\mu\text{g}/\text{insecte}$), administré par ingestion, sur le nombre d'ovocyte par paire d'ovaire, chez les adultes femelles de *Blattella germanica* nouvellement exuvies ($m \pm s$; $n = 4$).

* Différences significatives entre les différentes séries pour un même âge.

IV.1.2. Taille de l'ovocyte basal

IV.1.2.1. Effet de *Ricinus communis* :

IV.1.2. Effet de *Ricinus communis* sur la longueur et la largeur de l'ovocyte basal

La longueur et la largeur de l'ovocyte basal des séries témoins et traités avec le *Ricinus communis* sont représentés par la (figure 27 et 28) et mentionnés dans le tableau 03.

Chez les femelles témoins de *B. germanica*, la longueur de l'ovocyte basal augmente significativement à 2 jours ($p = 0,01$), puis hautement significative à 4 et 6 jours ($p = 0,0001$).

Ces données révèlent que la longueur de l'ovocyte basal augmente en fonction de l'âge, de l'émergence à 6 jours, au cours du cycle gonadotrophique.

Cependant chez les femelles adultes nouvellement exuviées traitées par le *Ricinus communis*, une réduction très significative dans la longueur de l'ovocyte basal est enregistrée au sein de la même série, à partir du quatrième jour de traitement ($p = 0,001$). La réduction enregistrée dans la longueur de l'ovocyte basal à 2 jours reste non significative ($p = 0,3$) par rapport aux individus traités à l'émergence (0 jours) au sein de la même série.

La comparaison entre les séries témoins et traitées montre une diminution significative dans la longueur de l'ovocyte basale à 2 jours ($p = 0,07$) et hautement significative ($p = 0,0001$), après le quatrième et le sixième jour de traitement comparativement aux témoins.

La largeur de l'ovocyte basal chez les séries témoins de *B. germanica*, augmente d'une manière significative à 2 jours ($P = 0,003$), et hautement significative à 4 et 6 jours ($P = 0,0001$). Chez les insectes traités par la pâte de *R. communis*, la largeur de l'ovocyte est significativement réduite ($p = 0,01$) à 2 jours. Une réduction hautement significative ($p = 0,0001$) dans la largeur a été constatée après le quatrième et le sixième jour de traitement avec la dose testée comparativement aux témoins.

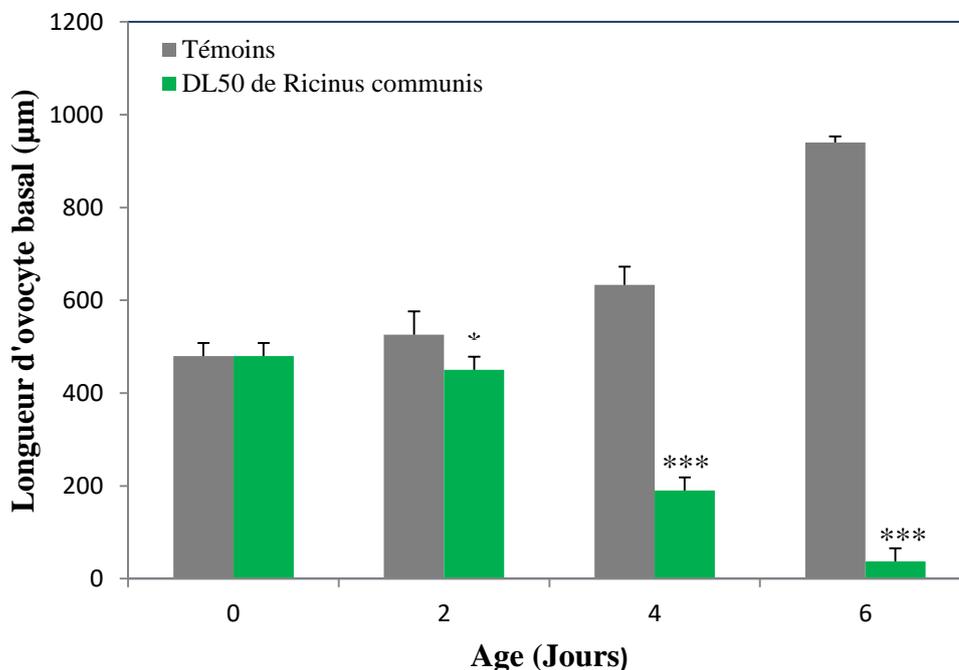


Figure 27. Effet de *Ricinus communis* (DL50µg/insecte), administré par ingestion, sur la longueur de l'ovocyte basal chez les adultes femelles de *Blattella germanica* nouvellement exuviées ($m \pm s$; $n = 4$).

* Différences significatives entre les différentes séries pour un même âge.

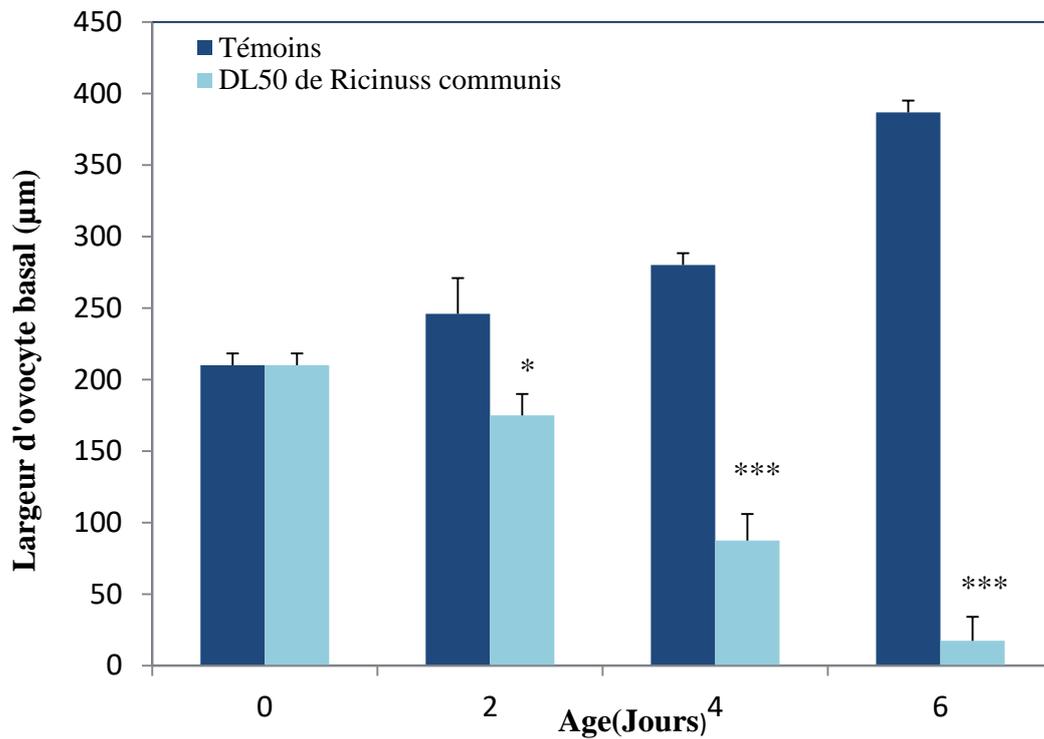


Figure 28. Effet de *Ricinus communis* (DL50µg/insecte), administré par ingestion, sur la largeur d'ovocyte, chez les adultes femelles de *Blattella germanica* nouvellement exuvies ($m \pm s$; $n= 4$).

* Différences significatives entre les différentes séries pour un même âge.

L'analyse de la variance à deux critères de classification (Annexe 1 : Tableau 2 et 3) a permis de mettre en évidence des différences très hautement significatives ($p = 0,0001$) dans le traitement, l'âge et l'interaction entre ces deux critères, pour ces deux paramètres morphométriques ovariens considérés.

Tableau 03 : Effet de *Ricinus communis* (400 µg/insecte) administré par ingestion, le jour de l'exuviation, sur la taille (longueur/largeur) de l'ovocyte basal (µm) chez les femelles de *Blattella germanica* (m ± s ; n= 4).

	Age (jours)	Témoins	Le <i>Ricinus communis</i> (DL50)
Longueur	0	480 ± 28,28 a	480 ± 28,28 a
	2	526 ± 27,48 b	450 ± 50 a
	4	633,31 ± 17,48 c	190 ± 39,3 b
	6	940 ± 38,72 d	37,5 ± 12,9 c
Largeur	0	210 ± 17,32 a	210 ± 17,32 a
	2	246 ± 14,9 b	175 ± 25 a
	4	280 ± 18,6 c	87,5 ± 8,29 b
	6	386,66 ± 16,7 d	17,5 ± 8,29 c

- ❖ Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).
- ❖ Les lettres en minuscules comparent les moyennes d'une même série entre les différents âges ; les lettres majuscules comparent les valeurs des moyennes entre différentes séries d'un même âge (comparaison : test t de Student, 5%).

IV.1.2. Effet de *Ricinus communis* (DL50) sur le volume (mm³) de l'ovocyte basal

Le volume de l'ovocyte basal, calculé à partir de sa longueur et sa largeur, augmente de manière significative à 2 ($p = 0,03$) et 4 ($p = 0,02$) jours et de manière hautement significative à 6 jours ($p = 0,0001$) chez les insectes témoins des femelles adultes de *B. germanica* au cours de cycle gonadotrophique.

Le traitement avec la dose testée (400 $\mu\text{g}/\text{insecte}$), des adultes femelles de *B. germanica*, avec la pâte des grains de *R. communis* affecte le volume de l'ovocyte basal. En effet, une réduction très significative à 2 jours ($p = 0,002$) a été notée. Cependant après le quatrième et le sixième jour de traitement l'altération enregistrée est hautement significative ($p = 0,0001$) comparativement aux témoins (Figure 29).

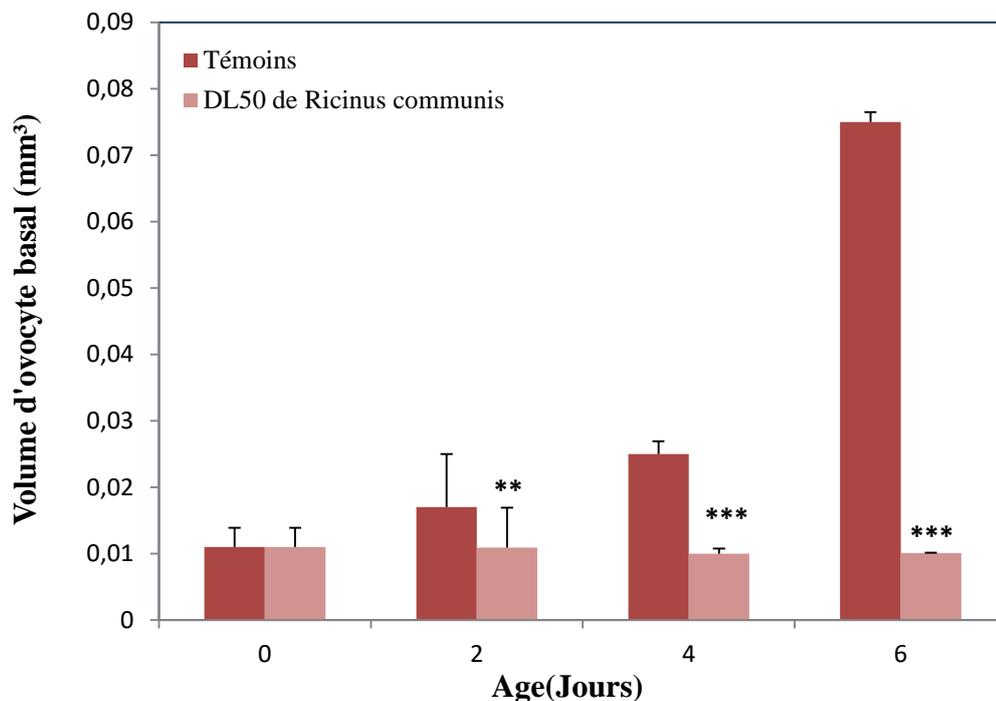


Figure 29. Effet de *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion sur le volume (mm³) de l'ovocyte basal, chez les adultes femelles de *Blattella germanica* nouvellement exuvies ($m \pm s$, $n = 4$).

* Différences significatives pour les valeurs des moyennes d'un même âge entre différentes séries.

L'analyse de la variance à deux critères de classification (Annexe 1 : Tableau 4) a permis de mettre en évidence des différences très hautement significatives ($p = 0,0001$) dans le traitement, l'âge et l'interaction d'ovocyte basal considéré dans le volume.

Discussion.

Le potentiel reproducteur des insectes étant le facteur le plus important à leur pullulation, la perturbation de la capacité reproductrice semble être un outil fondamental dans le programme de lutte.

Chez la *Blatte germanique*, le nombre d'ovocytes par paire d'ovaires, augmente à 2 jours puis diminue à partir du quatrième jour chez les séries témoins. Cette diminution observée à 4 jours peut s'expliquer par le début de la ponte qui a lieu généralement entre 4 et 6 jours (Kilani-Morakchi *et al.*, 2009 ; Maiza *et al.*, 2013 ; Habes *et al.*, 2013).

Le traitement par ingestion des femelles de *B. germanica*, le jour de l'exuviation adulte, avec le *R. communis* réduit le nombre d'ovocytes par paire d'ovaires au cours du cycle gonadotrophique. Ainsi une réduction dans la longueur, la largeur et le volume de l'ovocyte basal est également constatée comparativement aux témoins. L'ingestion de *Ricinus communis* semble donc affecter la ponte et l'ovogénèse en perturbant de ce fait, le phénomène de la reproduction chez ce fléau.

La diminution dans le nombre d'ovocyte et la perturbation de leur développement sous l'effet de la pâte des grains de *R. communis* s'expliquent par l'effet indirect de ce composé sur le système neuroendocrinien et endocrinien. En effet, la neurotoxicité de *R. communis* (Sharma *et al.*, 2021 ; Hamadah *et al.*, 2021 ; Salinas-Sánchez *et al.*, 2021) pourrait conduire à des effets secondaires sur la régulation des principales neurohormones (PPTH) et hormones (l'hormone juvénile et les ecdystéroïdes) intervenant dans le processus de la reproduction (Gade & Hoffmann, 2005 ; Hoffmann, 2018).

Ricinus communis provoque les mêmes effets par l'application topique chez une autre espèce diptère *Aedes albopictus*, en effet des perturbations de l'ovogénèse sont également observées (Waris *et al.*, 2020). L'huile essentiel a confirmé un potentiel acaricide des esters d'acide ricinoléique de ricin induit chez les tiques *Rhipicephalus sanguineus* des changements cytoplasmiques des ovocytes expliqués par l'inhibition de développement et la maturation de ces dernières chez les larves de quatrième et cinquième stades. Des effets analogues constatés chez deux espèces coléoptères *Sitophilus oryzae* et *Tribolium castaneum* après l'administration topique de *Ricinus communis* (Obeng-Ofori & Freeman, 2001)

Les perturbateurs de croissances provoquent des altérations de l'ovogénèse semblables à ceux provoquées par le ricin chez la même espèce. Le méthoprène, analogue de l'hormone juvénile, testé par application topique réduit le nombre d'ovocyte par paire d'ovaires mais augmente le volume de l'ovocyte basal chez *B. germanica*. L'examen des ovaires de *B. germanica* a montré une altération morphologique dans les ovaires, vitellogéniques et prévitellogéniques au niveau folliculaire et germinale et une diminution de la ponte après le traitement par un analogue de l'hormone juvénile (Borras-Castells *et al.*, 2017). Le novaluron, un inhibiteur de la synthèse de la chitine altère par application topique et ingestion l'ovogénèse chez *B. germanica* en bloquant la ponte (Hamilton *et al.*, 2021). Le clonage de l'hormone juvénile par l'acide O-méthyltransférase (JHAMT) concomitante à une diminution de l'expression de la vitellogénine du corps gras et de la longueur du follicule basal (Dominguez *et al.*, 2018).

Des résultats analogues sont identiquement accordés chez d'autres espèces diptère, à ceux provoquées par le *R. communis* chez *B. germanica* après le traitement par des perturbateurs de croissance. En effet, un inhibiteur de la synthèse des lipides l'oberon altère l'ovogénèse, chez une espèce diptère *Drosophila melanogaster*, via un test de toxicité topique sur les paramètres morphométriques et biochimiques des ovaires (Hamida *et al.*, 2021). Un régulateur de croissance le méthoprène s'est avérée très efficace à l'égard d'une autre espèce diptère *Anoplopiis gracilipes* ; conséquence à une détérioration de l'ovogénèse prouvée par une réduction de nombre d'ovocytes par paire d'ovaires (Yeeles *et al.*, 2021). Des résultats comparables sont également constatés chez d'autres insectes lépidoptères. Le méthoxyfénozide (RH-2485) agoniste de l'écdysone entraîne une diminution dans le nombre d'œufs pondus chez *Culex pipiens* (Hamaidia & Soltani, 2021). L'inhibition de la croissance des ovaires et l'immaturation de l'oothèque tel que le nombre d'ovocyte, la longueur, la largeur et le volume ; ont été également constatés chez *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae) traitée par diverses molécules perturbatrices de croissance (Chandi *et al.*, 2020).

Conclusion et perspectives.

La pâte des graines de *Ricinus communis* a été administrée à la dose létale (DL50) par ingestion, le jour de l'exuviation adulte de *Blattella germanica*, modèle biologique de choix de par son intérêt médical et sa grande capacité de résistance. Les effets de ce composé ont été évalués sur la reproduction au cours de cycle gonadotrophique.

La DL50 testée sur des paramètres morphométriques de l'ovaire (nombre d'ovocyte par paires d'ovaires, la longueur, la largeur et le volume de l'ovocyte basal) révèle l'impact négatif, de cette molécule sur le processus de reproduction, en effet une inhibition de l'ovogénèse est constatée.

Les perturbations notées dans le processus de reproduction par l'altération de l'ovogénèse, chez les adultes femelles de *B. germanica*, après traitement avec le *Ricinus communis* pourraient être expliquées par la neurotoxicité de cette molécule (Hammiche, 2021). En effet, la relation étroite qui existe entre les systèmes nerveux et neuroendocrines chez les insectes peut être à l'origine de ces perturbations notées, via les hormones et neurohormone impliquées dans le contrôle endocrine de la reproduction.

A l'avenir il sera intéressant de compléter ces résultats dans un premier temps par une analyse quantitative et qualitative des métabolites ovariennes (glucides, protéines et lipides). Il sera également intéressant d'effectuer un dosage des vitellogénines ainsi qu'un dosage *in vivo* et *in vitro* de l'ecdysone et de l'hormone juvénile, afin d'évaluer les effets de ce composé sur la vitellogénèse. Une étude histologique de l'ovaire permet aussi de mettre en évidence le mécanisme de détériorations des tissus épithéliaux de l'ovaire.

Dans un second temps, il sera important de poursuivre les recherches sur l'éventuel impact de cette molécule sur le comportement sexuel de *B. germanica*, en étudiant leurs effets sur le rapprochement des sexes au cours de l'accouplement.

Enfin, effectuer des dosages enzymatiques du système de détoxification comme les estérases, les monooxygénases à P450, les glutathionne S-transférases et les techniques de biologie moléculaire qui pourraient contribuer à mieux comprendre la mise en place de la résistance chez ce fléau.

Résumé :

Ricinus communis (Le ricin), plante de la famille des Euphorbiacées est classée parmi les plantes les plus toxiques. L'extrait des grains de cette plante a été testé à la dose létale (DL50) 400 µg/insecte par ingestion, le jour de l'exuviation des adultes femelles de *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera : Blattellidae). Cette espèce est caractérisée par un potentiel reproducteur très élevé, sa résistance aux conditions extrêmes et son intérêt médical, car se trouve souvent à l'origine de plusieurs maladies infectieuses. La nocivité de ce composé a été estimée sur le processus de reproduction, par une étude des paramètres morphométriques de l'ovaire (nombre d'ovocyte par paire d'ovaires, la longueur, la largeur et le volume de l'ovocyte basal). Les résultats obtenus montrent que la dose testée réduit de manière significative ces paramètres expérimentés aux différents âges éprouvés (0, 2, 4 et 6 jours) du cycle gonadotrophique comparativement aux témoins. Ces effets prouvent que la pâte des grains de cette plante a présenté une forte activité insecticide sur la reproduction et semble donc altérer l'ovogénèse chez ce fléau.

Mots clés : Blattes, *Blattella germanica*, ricin, *Ricinus communis*, insecticide, biopesticide, reproduction, ovogénèse, paramètres morphométrique et ovocyte.

Summary:

Ricinus communis (ricin), a plant of the Euphorbiaceae family has ranked among the the poisonous plants. The extract of the grains of this plant was tested by ingestion at lethal dose (LD50) 400 µg/insect to newly emerged adult's female *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). This species is characterized by a high reproductive potential, resistance to extreme conditions and its medical interest, because it is often the source of several infectious diseases. The toxicity of this compound was evaluated on the reproductive process on morphometric parameters of the ovary (number of oocyte per pair of ovaries, length, width and volume of the basal oocyte). Results obtained show that dose tested significantly reduces these parameters experienced at the different ages tested (0, 2, 4 and 6 days) of the gonadotrophic cycle as compared to controls. These effects prove that the pulp of the grains of this plant exhibited a strong insecticidal activity on reproduction and consequently alter oogenesis in this plague.

Key words: Cockroaches, *Blattella germanica*, *Ricinus communis*, biopesticide insecticide, reproduction, oogenesis, morphometric parameters and oocyte.

ملخص

Ricinus communis (نبات الخروع) هو نبات من عائلة Euphorbiacées المصنف على أنه نبات جد سام. مستخلصًا من بذور نبات الخروع، تم اختباره عند إناث الحشرات البالغة من الصراصير (*Blattella germanica*. L (Dictyoptera: Blattellidae) عن طريق البلع باستعمال الجرعة المميتة (DL50) = 400 ميكروغرام/الحشرة. الصراصير الألمانية هي حشرات ذات صلة وثيقة بالبشر. يتميز هذا النوع بقدرته العالية على التكاث، ومقاومته للظروف القاسية وضرره الصحي، لأنه غالبًا ما يكون مصدر العديد من الأمراض المعدية، وبالتالي يمثل مشكلة كبيرة على صحة الإنسان. تم تقدير سمية هذا المركب على عملية التكاث وذلك بتحديد آثاره على بعض مؤشرات المبايض (عدد البويضات لكل زوج من المبايض، طول وعرض وحجم البويضة القاعدية). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الجرعة التي تم اختبارها تخفض معنويًا بشكل كبير من هذه المؤشرات عند الحشرات البالغة متفاوتة الأعمار (0، 2، 4، 6 أيام) من الدورة التناسلية مقارنةً بالشاهد. أبدت هذه النتائج نشاطًا إباضي قوي ل *Ricinus communis* ضد هذا النوع من الحشرات بتأثيرها في عملية إنشاء البويضات.

الكلمات المفتاحية: الصراصير، *Blattella germanica*، نبات الخروع، مبيدات حشرية، مبيد بيولوجي، البويضات، التكاث.

- Abdul W.M., Hajrah N.H., Sabir J.S.M., Al-Garni S.M., Sabir M.J., Kabli S.A., Saini K.S., Bora R.S., 2018.** Therapeutic role of *Ricinus communis* L. and its bioactive compounds in disease prevention and treatment. *Asian Pac J Trop Med* 11(3):177–185.
- Abdulazim S.S., Salah O. A.T., Munir N. G. M., Shomaf S., 1998.** The Abortifacient effects of Castor Bean Extract and Ricin-A Chain in Rabbits. *Contraception*. 58: 193–197.
- Abu-Irmaileh B.E., Afifi F.U., 2003.** Herbal medicine in Jordan with special emphasis on commonly used herbs. *J.Ethnopharmacol* 89 (2): 193–7.
- Adolfo A.C., Heinrich M., 2005.** Mexican plants with hypoglycaemic effect used in the treatment of diabetes. *J. Ethnopharmacol*. 99: 325–348
- Adomako J., Kwoseh C.K., 2013.** Effect of Castor bean (*Ricinus communis*). Aqueous extracts on the performance of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. On Tomato (*Solanumlycopersicum* L.). *Journal of Science and Technology*, 33(1):1-11.
- Ahsan, M. A., He, T., Eid, K., Abdullah, A. M., Curry, M. L., Du, A., ... & Noveron, J. C., 2021.** Tuning the intermolecular electron transfer of low-dimensional and metal-free BCN/C60 electrocatalysts via interfacial defects for efficient hydrogen and oxygen electrochemistry. *Journal of the American Chemical Society*, 143(2), 1203-1215.
- Akpan U. G., Jimoh A., Mohammed A. D., 2006.** Extraction, Characterization and Modification of Castor Seed Oil. *Leonardo Journal of Sciences*, 8, 43-52.
- Akunne, C. E., 2021.** Efficacy of Two Selected Botanical Extracts to Protect Wood from Damage When Exposed to Termite Attack.
- Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D., Le Goff D., 2010.** Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : Les organochlorés, les organophosphorés et les pyréthrinoides, *Ecole des Hautes Etudes en santé publique*, 78p.
- Andrade-Cetto A., 2009.** Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, Hidalgo, México. *J Ethnopharmacol* 122 (1): 163–71.

Références bibliographiques

- Anete C. F., Miriam,E.M. A., Mariana L.D.C ., Ilza R. B., Bras H. D.O., Claudio D.C., 1999.** Pharmacological Evaluation of Ricinine, a Central Nervous System Stimulant Isolated from *Ricinus communis*. J. Pharmacol. Biochemis Beh. 63(3): 367–375.
- Anjani, K., 2005.** Purple-coloured castor (*Ricinus communis* L.)-A rare multiple resistant morphotype.Curr. sci. 88(2): 215-216.
- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S., 2006.** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culisetalongiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 10 (2) :67-71.
- Aribi N., Denis B., Kilani-Morakchi S., Joly D., 2020.** L'azadirachtine, un pesticide naturel aux effets multiples, médecine/sciences, 36 : 44-9.
- Armstrong, W.P., 1982.** Not Beavers Stars or Sons of Jupiter. Environ. Southwest., 496,pp.
- Arruda L.K., Ferriani P.L.V., Vailes L.D., Pomés A., Chapman M.D., 2001.** “Cockroach Allergens: Environmental Distribution and Relationship to Disease.” Cure. Allergy Asthma Rep. (1): 466–73.
- Aslania M.R., Malekib M., Mohria M., Sharifia K., Najjar V. N., Afshari E., 2007.** Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. Toxicon. 49 : 400–406.
- Attardo GM, Hansen IA, Raikhel AS., 2005.** Nutritional regulation of vitellogenesis in mosquitoes: Implications for anautogeny. Insect Biochem Mol Biol. 2005 ;35:661–675.
- Aubry P., 2012.** Intoxications par les plantes toxiques dans les zones tropicales et intertropicales. Texte rédigé le 23 février 2012.
- Audi J., Belson M., Patel M., Schier J., Osterloh J., 2005.** Ricin poisoning: a comprehensive review. JAMA 294:2342–2351.
- Ayinde A. A., Morakinyo O. M., Sridhar M. K. C., 2020.** Repellency and larvicidal activities of Azadirachtaindica seed oil on *Anopheles gambiae* in Nigeria. Heliyon 6: e03920.
- Azevedo, F. R. D., Bezerra, L. L. A., Silva, T. I. D., Silva, R. A. D., & Feitosa, J. V.,2021.** Larvicidal activity of vegetable oils against *Aedes aegypti* larvae. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 9563-9570.

Références bibliographiques

- Badaró M.M., Prates T.P., Leite-Fernandes V.M., Oliveira V.C., Paranh H.F.O., Silva-Lovato C.H., Watanabe E., 2019.** Antibiofilm Activity of an Experimental *Ricinus communis* Dentifrice on Soft Denture Liners. Brazilian Dental Journal.
- Barbosa D.D.C., Tatiana M. S., Simoni M. Plentz M., Mario R. M., 2010.** Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor and soybean oils. Fuel. 89: 3791–3794.
- Batimsoga, B. B., Ayssiwede, S. B., Talaki, E., Dao, B. B., Lombo, Y., & Kpemoua, K. E., 2021.** Valeur nutritive et effets de l’incorporation de la farine de termites (*Macrotermes* sp.) dans l’aliment sur les performances de croissance des poussins locaux au Togo. Sciences de la vie, de la terre et agronomie, 8(2).
- Bawin T., De Backer L., Dujeu D., Legrand P., Megido R.C., Francis F., Verheggen F.J., 2014.** Infestation level influences oviposition site selection in the tomato *Leafminer utaabsoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Insects, 5, 877-884.
- Bayer B.E., Pereira R.M., Koehler P.G., 2012.** Differential consumption of baits by pest blattid and blattellid cockroaches and resulting direct and secondary effects. Entomologia Experimentalis et Applicatation, 145, 250–259.
- Beenakers A. M. T. H., Vander Host D.G.,1985.** Van Marrewijk W. J. A., Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological process. Prog. Lipid. Res. 24.
- Beccaloni G.W., 2014.** Cockroach Species File Online Version 5.0/5.0. World Wide Web electronic publication.
- Bell M. R., 2014.** Endocrine-disrupting actions of PCBs on brain development and social and reproductive behaviors. Curr Opin Pharmacol, 19 :134–144.
- Bellés, X., & MAESTRO, J. L.,2005.** Endocrine peptides and insect reproduction. *Invertebrate reproduction & development*, 47(1), 23-37.
- Boné E., González-Audino P.A., Sfara V., 2019.** Spatial Repellency Caused by Volatile Pyrethroids is Olfactory-Mediated in the German Cockroach *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). Neotrop Entomol ,49(2), 275•283.

Borozan-Dorey V., 2002. Le savoir-vivre des blattes : blatte is beautiful. La Recherche, L'actualité des sciences. Recherche (paris, 1970), 64.66.

Boudeguig S, Gouaidia B., 2020. Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinus communis* chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99 pp.

Bradberry S. M., Dickers K. J., Rice P., Griffiths G. D., Vale J. A., 2003. Ricin poisoning. Toxicol Rev 22(1) :65–70.

Breton P., 2002. Le risque toxinique : évaluation toxicologique. In : Goudey-Perrière F, Bon C, Puiseux-Dao S, Sauviat MP, eds. Toxines et recherches biomédicales. Paris : Elsevier, 11-21

Brunat P., Delacour H., Ceppa F., 2002. La ricine, toxine potentielle de guerre et de terrorisme. Médecine et armées, 30, 3, pp.243-249.

Cangemi J. M., Antonia M. d. S., Salvador C. N., Gilberto., O. C., 2008. Biodegradation of Polyurethane Derived from Castor Oil. CiênciaTechnol. 18(3): 201- 206.

Capasso F., Mascolo N., Izzo A.A., Gagarella T.S., 1994. Dissociation of castor oil induced diarrhoea and intestinal mucosal injury in rat: effect of NG-nitro-L-arginine methyl ester. BritishJournalofPharmacology 113, 1127–1130.

Carlson J., Afanasiev B., Suchman E., 2000. Densonucleosis Viruses as Transducing Vectors for Insects. In Insect Transgenesis: Methods and Applications, pp. 139-159. Edited by A. M. Handler; A. A. James. New York: CRC Press.

Casida J.E., Durkin K.A., 2013. Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects. Annu. Rev. Entomol. 58, 99–117.

Casida J.E., 2017. Pesticide interactions: mechanisms, benefits, and risks. Journal of agricultural and food chemistry 65 (23), 4553-4561.

Cassier-Chauvat, C., Poncelet, M., & Chauvat, F.,1997. Three insertion sequences from the cyanobacterium *Synechocystis* PCC6803 support the occurrence of horizontal DNA transfer among bacteria. *Gene*, 195(2), 257-266.

Références bibliographiques

Castillo R.M., Stashenko E., Duque J.E., 2017. Insecticidal and Repellent Activity of Several Plant-Derived Essential Oils Against *Aedes aegypti*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 33, 25-35.

Castner, Jessica, Barnett, Russell, Moskos, Luz Huntington, et al., 2021. Home environment allergen exposure scale in older adult cohort with asthma. *Canadian Journal of Public Health*, vol. 112, no 1, p. 97-106.

Caupin H. J., 1997. Products from castor oil: Past, present, and future. In *Lipid Technologies and Applications*, Gunstone FD, Padley FB (eds). Marcel Dekker: New York; 787-795.

César A.S., Batalha M.O., 2010. Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality. *Energy Policy*. 38, 4031–4039.

Chandi, A. K., & Kaur, R., 2020. Ultra structural studies of the ovaries of susceptible and insecticide-resistant *Plutella xylostella* (Linnaeus). *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 40(3), 260-264.

Cheema N. M., Muhammad A., Ghulam Q., Malik A. R., 2010. Characterization of castor bean genotypes under various environments using SDS-PAGE of total storage proteins. *Pak. J. Bot.* 42(3): 1797-1805.

Cheema N. M., 2012. Yield and chemical composition of castor bean *Ricinus communis* as influenced by environment, Ph. D. thesis UAAR, Rawalpindi, Pakistan.

Chen Z., Zhang J., Chen G., 2008. Simultaneous determination of flavones and phenolic acids in the leaves of *Ricinus communis* Linn. By capillary electrophoresis with amperometric detection. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci* 863(1):101–106.

Chen S.M., Hu I.H., Lee C.Y., Neoh K.B., 2020. Insecticide Resistance, and Its Effects on Bait Performance in Field-Collected German Cockroaches (Blattodea: Ectobiidae) From Taiwan. *Journal of Economic Entomology*, 1–10.

Chopard L., 1951. Orthoptéroïdes. Faune de France 56. Office central de faunistique. 358 p.

Cochran D. G., 1979. A genetic determination of insemination frequency and sperm precedence in the German cockroach. *Entomol. Exp. Appl.* 26:259-266.

Colombani J., Andersson D S., Leopold P., 2012. Secreted peptide Dilp 8 coordinates *Drosophila* tissue growth with development timing. *Sci.*, 336.

Références bibliographiques

Coopman V., Marc D. L., Cordonnier J., Werner, J., 2009. Suicidal death after injection of a castor bean extract (*Ricinus communis* L.). *Forensic.Sci. Internatl.* 189: e13–e20.

Corbett, J. R., Wright, K., Baillie, A. C., 1984. The biochemical mode of action of pesticides, 2nd ed. Academic, New York, pp 330.

Cornwell P.B., 1968. The cockroach, A laboratory insect and an industrial pest. London, Hutchinson, 1: 116.

Cornwell P. B., 1976. The cockroach, Vol.II. Insecticides and cockroach control. Associated Business Programmes.St Martin'sPress, New York. 140p.

Costa A.O., Oliveira L.B., Lins M.P.E., Silva A.C.M., Araújo M.S.M., Pereira Jr., A.O., Rosa L.P., 2013.Sustainability analysis of biodiesel production: a review on different resources in Brazil. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 27, 407–412.

Cristiane C.G., Ferraz C., Antônio Lopes E., Ferreira A.P., Amora D.X., De Freitas L.G., 2009. Evaluation of plant aqueous extracts, added into the soil, on *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *Semina: Ciências Agrárias* 30 (3), 551-556.

Crosby, D.G.,1966. Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). *Natural Pest Control Agents.* Adv. Chem. Ser. 53, p. 1-16.

Dai . Z, Gerald E. E., Maurice S. B. K., 1992. Control of Photosynthesis and Stomatal Conductance in *Ricinus communis* L. (Castor Bean) by Leaf to Air Vapor Pressure Deficit. *Plant Physiol.* 99 : 1426-1434.

Darby S.M., Miller M.L., Allen R. O., 2001. Forensic determination of ricin and the alkaloid marker ricinine from castor bean extracts. *J Forensic Sci* 46(5):1033–1042 PMID: 11569541.

David, Jean-Christophe Guéguen., 2021. Le monde vivant." Biodiversité et évolution du monde vivant. EDP Sciences, 9-56.

De-Boer, J. G., Kuiper, A. P., Groot, J., & van Loon, J. J., 2021. Avoidance of the plant hormone cis-jasmone by *Aedes aegypti* depends on mosquito age in both plant and human odor backgrounds.

Debeaux, G., 2021.Le livre décomposé. Sens public, (SP1486).

Références bibliographiques

- Delanoue, R., Slaidina, M., & Léopold, P., 2010.** The steroid hormone ecdysone controls systemic growth by repressing dMyc function in *Drosophila* fat cells. *Developmental cell*, 18(6), 1012-1021.
- Delaunay, P., Berenger, J. M., IZRI, A., & Chosidow, O., 2010.** LES PUNAISES DE LITS *Cimex lectularius* et *Cimex hemipterus* Biologie, Lutte et Santé Publique. Riviera Scientifique, 91-106.
- Déthiollaz S., 2003.** La ricine, une arme biologique. Proline Numéro 8, pp 1-4.
- Deutsch, A., & Swartz, S., 2021.** Lutte contre les insectes nuisibles.
- Devries Z. C., R. G., Santangelo J., Crissman A., Suazo M. L., Kakumanu., Schal C., 2019.** Pervasive resistance to pyrethroids in German cockroaches (Blattodea: Ectobiidae) related to lack of efficacy of total release foggers. *J. Econ. Entomol.* 112: 2295–2301.
- Dhadialla T. S., Retnakaran A., Smagghe G., 2005.** Insect growth- and development-disturbing insecticides, in: L.I. Gilbert, K. Latrou, S.S. Gill (Ed), *Compreh. Mol. Insects*, Elsevier Pergamon, Oxford, UK, 6, 55-115.
- Dominguez, C. V., & Maestro, J. L., 2018.** Expression of juvenile hormone acid O-methyltransferase and juvenile hormone synthesis in *Blattella germanica*. *Insect science*, 25(5), 787-796.
- Dowds B.C.A., & Peters A., 2002.** “Virulence mechanism,” in R. Gaugler (ed) *Entomopathogenic Nematodes*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 99-114.
- Dumeignil F., 2012.** Propriétés et utilisation de l’huile de ricin. *OCL*, 19 (1): 10-15.
- Durier V., Rivault C., 2000.** Comparisons of toxic baits for controlling the cockroach, *Blattella germanica*: attractiveness and feeding stimulation. *Med. Vet. Entomol.* 14, 410-418.
- Ebeling W., 1978.** *Urban Entomology*. The Regents of the University of California, Sacramento, CA. 695 pp.
- El-Ouali Lalami A., EL-Akhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani C. F., Guemmouh R., Greche H., 2013.** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. *Les technologies de laboratoire*, 8 : 27-33.
- Elie M. P., 1998.** Blattes : une vie cachée. *QUEA SCIENCE*, 37, 12-14.

Références bibliographiques

- Fabre, R., Truhaut, R., & Viel, G., 1954.** Considérations générales sur la toxicologie des produits phytopharmaceutiques (pesticides), 5, 177-198.
- FAO, 2007.** Food and Agriculture Organization of the United Nations - for a world without hunger, p 67.
- Feillet, P., 2021.** Les pesticides contaminent dangereusement les fruits et les légumes. In Tout savoir sur notre alimentation (pp. 52-56). EDP Sciences.
- Ferji Z., Mayad E.H., Hassani B.C.L.I., 2006.** Étude in vitro du potential nématocide de quelques extraits de plantes médicinales.
- Ferraz A.C., Angelucci M.E.M., Da Costa M.L., Batista I.R., de Oliveira B.H., da Cunha C., 1999.** Pharmacological evaluation of ricinine, a central nervous system stimulant isolated from *Ricinus communis*. Pharmacol. BiochemBehav 63:367–375.
- Fort, D. J., Stover, E. L., Bantle, J. A., Dumont, J. N., & Finch, R. A., 2001.** Evaluation of a reproductive toxicity assay using *Xenopus laevis*: boric acid, cadmium and ethylene glycol monomethyl ether. Journal of Applied Toxicology: An International Journal, 21(1), 41-52.
- Franke R., Scholl R., Aigner A., 2019.** Ricin and *Ricinus communis* in pharmacology and toxicology from ancient use and “Papyrus Ebers” to modern perspectives and “poisonous plant of the year 2018”. Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology, 1-28. p. 1181-1208.
- Frédéric, K. E. C. K., 2021.** Surveiller les animaux, préparer les humains.
- Fulton M.H., Key P.B., 2001.** Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal 20 (1), 37-45.
- Gade, G., & Hoffmann, K. H., 2005.** Neuropeptides regulating development and
- Gage E., Hernandez MO., O'Hara J.M., McCarthy E.A., Mantis N.J., 2011.** Role of the mannose receptor (CD206) in innate immunity to ricin toxin. Toxins 3(9):1131–1145.
- Gahéry, Y., 2021.** Les Arthropodes et l'intelligence des Insectes sociaux. In L'histoire du cerveau (pp. 179-212). EDP Sciences.
- Garcíaa J. J.G., Bartolomeá –zavala., Del mar M.T., Barceloá –Munãoz J.M., Fernã S., Negro-Carrasco M.A., Carmona-Bueno M.J., Vega-Chicote J.M., Munãoz-Romaã G., Palacios-Pelaãez R., Cabezudo-artero., Martiãnez-Quesada J., 1999.** Pollinosis to

Références bibliographiques

Ricinus communis (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. Clin. Experim. Allerg. 29: 1265- 1275.

Garfield E., 1990. The cockroach connection. Ancient, seemingly indestructible Pest. Part 2. Population control. Current comments., 46 : 5-13.

Gaudin O., 1937. Recherches sur l'Action Physiologique des Pyrethrine. VigotFeres (1937).

Ghermoul, B., Bendjeddou, A., & Benadouane, S., 2020. A Non-Algebraic Limit Cycle For A Class Of Quintic Differential Systems With Non-Elementary Singular Point. Applied Mathematics E-Notes, 20, 476-480.

Ghnimi W., Dicko A., Khouja M.L., El Ferchichi O.H., 2014. Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of five populations of *Ricinus communis* L. Ind. Crop. 56, 43-51.

Ghnimi W., 2018. Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase. Thèse de Doctorat en chimie/biologie. Université de Lorraine, France. 225 pp.

Ghoneim, K., 2021. Biopesticidal Potential of Nerolidol, a Sesquiterpene Compound, and Its Drastic Impact on Growth and Metamorphosis of the Cotton Leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Sch Acad J Biosci, 2, 36-57.

Ghrabi Z., 2005. A Guide to Medicinal Plants in North Africa. IUCN Center of Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain, p. 199.

Gilbert L I., Granger N A., & Roe R M., 2000. The juvenile hormones: historical facts and speculations on future research directions. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 30.

Gilbert L I., Rybezynski R, Warren G T., 2002. Control and bio-chemical nature of the ecdysteroidogenic pathway. Annu. Revu. Entomol. 47,883-916.

Glitho, I., Delbecque, J. P., & Delachambre, J., 1979. Prothoracic gland involution related to moulting hormone levels during the metamorphosis of *Tenebrio molitor* L. *Journal of Insect Physiology*, 25(2), 187-191.

Références bibliographiques

- Gordon D. G., 1996.** The compleat cockroach: a comprehensive guide to the most despised and Least Understood. Creature on Earth. Ten speed pressm Berkely. Springer Science & Business 178 p.
- Gordon, H. T., 1968.** Intake rates of various solid carbohydrates by male German cockroaches. *Journal of Insect Physiology*, 14(1), 41-52.
- Gouaidia S, Boudeguig B., 2020.** Evaluation de l'activité insecticide de *Ricinus communis* chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica*.
- Goyal M., Shinde L., Bayas R., 2019.** Study of chemical composition and larvicidal efficacy of secondary metabolites from aromatic phytoextracts against dengue vector: *Aedes aegypti* L (Diptera: Culicidae). *Int. J. Mosquito Res*, 6: 26-33.
- Grace Q. C., Charlotta T., Xiaohua H., Tasha N., Thomas A. M., Laudencia-Chingcuanco D., 2007.** Expression Profiles of Genes Involved in Fatty Acid and Triacylglycerol Synthesis in Castor Bean (*Ricinus communis* L). *JAOCS Lipids*. 42: 263–274.
- Grandcolas P., 1996.** The phylogeny of cockroach. Families a cladistic appraisal of morphoanatomical data. *Canadian journal of Zoology*, 74: 508-52.
- Grandcolas P., 1998.** The evolutionary interplay of social behaviour, resource use and antipredator behavior in Zetoborinae, Blaberinae, Gyninae and Diplopterinae cockroaches: a phylogenetic analysis. *Cladistics*, 14: 117-127.
- Greathead D.J., Kooyman C., Launois-Luong M.H., Popov G.B., 1994.** Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas et CIRAD-GERDATPRIFAS.
- Greenwood J. S., Helm M., Gietl C., 2005.** Ricinosomes and endosperm transfer cell structure in programmed cell death of the nucellus during *Ricinus* seed development. *Proc Natl Acad Sci . U S A* 102:2238–2243.
- Guéguen, J. C., 2021.** Biodiversité et évolution du monde animal. In Biodiversité et évolution du monde animal. EDP Sciences.
- Guillaumin, M., Renoux, J., & Stockman R., 1969.** La blatte : *Blabera fusca* Br. Edition Doin 1. Paris. Vol I: p. 67.

Références bibliographiques

Gutierrez A.C., Golebiowski M., Pennisi M., Peterson G., Garcia J.J., Manfrino R.G., López Lastra C.C., 2015. Cuticle fatty acid composition and differential susceptibility of three species of cockroaches to the entomopathogenic fungi *Metarhiziumanisopliae* (Ascomycota, Hypocreales). *J. Econ. Entomol.* 108, 752-760.

Habbachi W., 2013. Etude des Blattellidae (Dictyoptera) : Essais Toxicologiques, Synergie et Résistance aux Insecticides et aux Biopesticides. Thèse Doctorat en Biologie Animale. Université d'Annaba, Algérie. 185 p.

Habbachi, S., Amri, N., Habbachi, W., Benhissen, S., Tahraoui, A., & Rebbas, K., 2020. Toxic effects of *Cleome arabica L.* (Capparidaceae) aqueous extracts on mortality and sexual behavior of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 7(3), 137-143.

Habes D., Kilani-Morakchi S., Aribi N., Farine J. P., Soltani N., 2001. Toxicity of boric acid to *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) and analysis of residues in several organs. *Med Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 66/2a.

Habes D., Kilani-Morakchi S., Aribi N., Farine J.P., Soltani N., 2006. Boric acid toxicity of the German cockroach, *Blattella germanica*: Alterations in midgut structure, and acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activity. *Pestic. Biochem. Physiol.* 84, 17-24.

Habes D., Messiad R., Gouasmia S., Grib L., 2013. Effects of an inorganic insecticide (boric acid) against *Blattella germanica*: Morphometric measurements and biochemical composition of ovaries. *Afric. J. Biotech*, 12(18), 2492-2497.

Hall SM., Medlow G.C., 1974. Identification of IAA in phloem and root pressure saps of *Ricinus communis* by mass spectrometry. *Planta*. 119: 257–1.

Hamadah, K., Ghoneim, K., Selim, S., & Waheeb, H., 2020. Bioactivity of Farnesol (a sesquiterpene compound) against the adult life parameters and reproductive potential of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae).

Hamaidia H., Soltani N., 2019. Compensation of kinoprene effect on reproduction of *Culex pipiens* by methoxyfenozide, an ecdysone agonist. *J. Entomol. Res.* 43(2):125–130.

Hamaidia, K., & Soltani, N., 2021. Methoxyfenozide, a Molting Hormone Agonist, Affects Autogeny Capacity, Oviposition, Fecundity, and Fertility in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 58(3), 1004-1011.

Hamida, Z. C., Farine, J. P., Ferveur, J. F., & Soltani, N., 2021. Pre-imaginal exposure to Oberon® disrupts fatty acid composition, cuticular hydrocarbon profile and sexual behavior in *Drosophila melanogaster* adults. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 243, 108981.

Hamilton A, J., Wada-Katsumata, A., Ko, A., & Schal, C., 2021. Effects of novaluron ingestion and topical application on German cockroach (*Blattella germanica*) development and reproduction. *Pest Management Science*, 77(2), 877-885.

Hammiche, V., 2021. Les plantes nocives pour la grossesse. *Phytothérapie*. Lavoisier 3P.

Han R., Ehlers R.U., 2000. Pathogenicity, development, and reproduction of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema carpocapsae* under axenic in vivo conditions. *J. Invertebr. Pathol.* 75, 55-58.

Harouna M.A., Baoua I., Lawali S., Tamò M., Amadou La., Mahamane S., Pittendrigh B., 2019. Essai comparatif de l'utilisation des extraits du Neem et du virus entomopathogène MaviNPV dans la gestion des insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(2): 950-961.

Harraz, H., Nahid, Z., Benjelloune, H., & Yassine, N., 2021. Asthme allergique et tabac. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités*, 13(1), 70.

Hartley M.R., Lord J.M., 2004. Cytotoxic ribosome-inactivating lectins from plants. *Biochim Biophys Acta* 1701:1–14.

Hasch J.J., Zumofen M., 1999. Notions d'hygiène hospitalière. 210 pp.ça. 695 pp.

Hassan Y., Ogg S., Ge H., 2018. Expression of novel fusion antiviral proteins ricin a chainpokeweed antiviral protein (RTA-PAPs) in *Escherichia coli* and their inhibition of protein synthesis and of hepatitis B virus in vitro. *BMC Biotechnol* 18(1):47.

Hauptmann H., Mühlbauer G., Sass, H., 1986. Identifizierung und synthese von periplanon A. *Tetrahedron. lett*, 27(51), 6189-619.

Hoffmann, H. M., 2018. Determination of reproductive competence by confirming pubertal onset and performing a fertility assay in mice and rats. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (140).

Hutchinson, R., 1999. Insectes. (Hons). D. P. LSH & TM. M. Sc.126 P.

Références bibliographiques

- Iavarasan R., Mallika M., Venkataraman S., 2005.** Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* root extract. J. Ethnopharmacol, 033: 478-80
- Iavarasan, R., Moni Subramanian M., Venkataraman., 2006.** Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* root extract. J. Ethnopharmacol. 103: 478–480.
- Jacobs S., 2013.** German cockroaches. The Pennsylvania State University.
- Jena J., Gupta A.K., 2012.** *Ricinus communis* L: A phytopharmacological review. Int. J. Pharm. Sci., 4(4): 25-29.
- Jiang H., Zhang J.M., Wang J.P., Yang B., Liu C.F., Lu J., Hu Y.Y., 2007.** Genetic engineering of *Periplaneta fuliginosa* densovirus as an improved biopesticide. Arch. Virol. 152, 383-394.
- Jumat S., Nadia S., Emad Y., 2010.** Biolubricant basestocks from chemically modified ricinoleic acid. J. King Saud University (Science) 13: 40–48
- Kadambi K., Dabral S.N., 1955.** The silviculture of *Ricinus communis* L. Ind. Forester. 8(1):53-58.
- Kang S.S., Cordell G.A., Soejarto D.D., Fong H.H.S., 1985.** Alkaloids and flavonoids from *Ricinus communis*. JNatProd 48(1): 155–156.
- Kassiri, H., Zarrin, M., Veys-Behbahani, R., 2018.** Pathogenic fungal species associated with digestive system of *Periplaneta americana* (Blattaria: Blattellidae) trapped from residential dwellings in ahvaz city, southwestern iran. J. ArthropodBorneDis.12, 16-23.
- Kaya H.K., Gaugler R., 1993.** Entomopathogenic nematodes. Annual review of entomology 38 (1), 181- 206.
- Khogali A., Barakat S., Abou-Zeid H., 1979.** Isolation and identification of the phenolics from *Ricinus communis* L. DeltaJSci 16: 198–211.
- Kilani-Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J. P., Smagghe, G., & Soltani, N., 2009.** Halofenozide affects sexual behavior, cuticular hydrocarbons and reproduction in the female German cockroach *Blattella germanica* (Dictyoptera, Blattellidae). Belg. J. Zool, 139(2), 147-155.
- Kim, C., Hung, Y. C., & Brackett, R. E., 2000.** Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. International Journal of Food Microbiology, 61(2-3), 199-207.

Références bibliographiques

- Koehlen P.G. & Patterson R.S.,1987.** The Asian roach invasion. *Natural. History*, 96 (11): 28-35.
- Kopferschmitt J., Flesch F., Lugnier A., Sauder P.H., Jaeger A., Mantz J.M., 1983.** Acute voluntary intoxication by ricin. *Hum. Toxicol*, 2: 239-42.
- Korichi-Almi A., Bissati-Bouafia S., Bensalah K., Korichi R., 2016.** Effets de l'extrait aqueux de *Cleome arabica* sur les larves de premier stade d'Ectomyeloisceratoniae Zeller (Lepidoptera, Pyralidae). *Rev Bio Ress*, 6:62-69.
- Kreitman R.J., Pastan I., 2006.** Immunotoxins in the treatment of hematologic malignancies. *Curr Drug Targets* 7(10): 1301–11.
- Lagnika L., 2005.** Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises. Thèse doctorat Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Lai, K. M., 2017.** Are Cockroaches an Important Source of Indoor Endotoxins? *Int. J. Environ ; Res. Public. Health*. 14, E91.
- Lambreas, C. L., Galante, F., & Mena, L.,1991.** Ovarian condition as an indicator of the phenology of *Bubas bubas* (Coleoptera: Scarabeidae). *Ann. Entomol. Soc. Am*, 84(2), 190-194.
- Lappi D.A., Kapmeyer W., Beglau J.M., Kaplan N.O., 1978.** The disulfide bond connecting the chains of ricin. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A*. 75:1096–1100
- Lee, C. Y., 2000.** Sublethal effects of insecticides on longevity, fecundity and behaviour of insect pests: a review. *J Biosci*, 11(1), 107-112.
- Lendent C., Mairesse M., 2008.** Rural allergy. *Rev. Franç. Allergol. Immunol. Clin*. 48(2) :109-110.
- Leo W. D. V. R., Vancutsem J., Jan Sten J., 2009.** A survey on the presence of undesirable botanical substances in feed in the European Union. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*.13(S):33-38.
- Lepage, C.,2021.** Près de chez vous. In *Explorations en terre animale* (pp. 46-80). EDP Sciences.
- Leshin, J., Danielsen, M., Credle, J. J., Weeks, A., O'Connell, K. P., & Dretchen, K.,2010.** Characterization of ricin toxin family members from *Ricinus communis*. *Toxicon*, 55(2-3), 658-661.

Références bibliographiques

- Li C., Kapitskaya M Z., Zhu J., Miura K., Sergraves W., Raikhel A S.,2000.** Conserved molecular mechanism for stage specificity of the mosquito vitellogenic response to ecdysone. *Dev. Biol.* 224:96-110.
- Lietti m.M.M., Botto E., Alzogaray R.A., 2005.** Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropica. Entomology* 34 (1): 113–119.
- Ling S.Q., Xu Y.N., Gu Y.P., Liu S.Y., Tang W.W., 2018.** Toxicity and biochemical effects of itol A on the brown planthopper, *Nilaparvatalugens* (Stål) (Hemiptera:Delphacidae). *Pestic. Biochem. Physiol.*152, 90-97.
- Linnaeus C.V., 1767.** System nature *Systema Naturae per Regna Tria Naturæ, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis.* Editio *Duodecima, Reformata.* Impensis Direct. ed.12, vol 02, Pt. 2, *Salvii, Holmiae,* Sweden. pp. 533-1327. L.
- Linné C.V., Engel-Ledeboer M.S.J., Engel H., 1735.** *Systema Naturae, Genus Homo* 1, 1964.
- Litonjua A.A., Oken E., Perkins D.L., Finn P.W., 2017.** Perinatal Bacterial Exposure Contributes to IL-13 Aeroallergen Response. *Am. J. Respir. Cell. Mol. Biol.* 57, 419–427.
- Little E.L., Woodbury R.O., Wadsworth, F.H., 1974.** Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agriculture Handbook.* 449. U.S. Depart. Agricul. Forest. Serv. Washington, DC. 2.
- Liu X.C., Liu Q., Chen H., Liu Q.Z., Jiang S.Y., Liu Z.L., 2015.** Evaluation of contact toxicity and repellency of the essential oil of *Pogostemon cablin* leaves and its constituents against *Blattella germanica* (Blattodeae: Blattellidae). *J. Med. Entomol.* 52, 86-92.
- Lopez Nunez O. F., Pizon A. F., Tamama K., 2017.** Ricin poisoning after oral ingestion of castor beans: a case report and review of the literature and laboratory testing. *J Emerg Med* 53(5): e67–e71.
- Lord J. M., Spooner R. A., 2011.** Ricin trafficking in plant and mammalian cells. *Toxins* 3:787–801
- Lord M.J., Jolliffe N.A, Marsden C.J., 2003.** Ricin. Mechanisms of cytotoxicity. *ToxicolRev,* 22: 53-64.

Références bibliographiques

- Lorenzo F., Lynne M. R., 1998.** The enemy within: ricin and plant cells. *Experim. Bot.* 49 (326):1473– 1480.
- Lyon W. F., 1997.** German cockroach. Ohio State University Extension Fact Sheet Entomol.
- Macedo M. L. R., Oliveira C. F. R., Oliveira C. T., 2015.** Activity of plant lectins and potential application in crop protection. *Molecules*, 20, 2014–2033. [CrossRef]
- Macri, I. N., Vázquez, D. E., Pagano, E. A., Zavala, J. A., & Farina, W. M., 2021.** Evaluating the Impact of Post-Emergence Weed Control in Honeybee Colonies Located in Different Agricultural Surroundings. *Insects*, 12(2), 163.
- Madhiyazhagan P., Nareshkumar A., Umavathi S., Villavan R., Murugan K Vijay C., 2020.** Water purification and larvicidal activity of seed extract *Momordica charantia*. *GSCA Advanced Research and Reviews*, 2(1), 01-09.
- Maiza A., Rehamnia F., Bensbaa F., Kilani-Morakchi S. et Aribi N., 2011.** Activité d'un biopesticide, le spinosad chez *Blattella germanica*: effets sur divers biomarqueurs (LDH).
- Maiza A., Aribi N., Smaghe G., Kilani-Morakchi S., Bendjedid M., Soltani N., 2013.** Sublethal effects on reproduction and biomarkers by spinosad and indoxacarb in cockroaches *Blattella germanica*. *Bull. Insectol*, 66(1), 11-20.
- Malath B., Ramesh S., Venkateswara K. R., Dashavantha V. R., 2006.** Agrobacterium-mediated genetic transformation and production of semilooper resistant transgenic castor (*Ricinus communis L.*). *Euphytica*. 147: 441–449.
- Mantzoukas S., Georgia K., Magita A., Eliopoulos E. A., Poulas K., 2020.** Leguminous Seeds Powder Diet Reduces the Survival and Development of the Khapra beetle, *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Biology*, 9, 204.
- Maroyi A., 2007.** *Ricinus communis L.* In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). *PROTA 14: Vegetable oils/Oléagineux*. PROTA, Wageningen, PaysBas.
- Martin L.J., Adams R.I., Bateman A., 2015.** Evolution of the indoor biome. *Trends Ecol Evol* 30(4):223–232.
- Mary O., Amdur., 2000.** The basic Science of poisons. Casarett and Doull's toxicology. History of Agriculture. PergamonPressInc.p.325.

Références bibliographiques

- Mensah M.B., Awudza JAM., O'Brien P., 2018.** Castor oil: a suitable green source of capping agent for nanoparticle syntheses and facile surface functionalization. *RSoc Open Sci* 5:180824.
- Mirth, C.K., Shingleton, A.W.,2012.** Integrating body and organ size in *Drosophila*: recent advances and outstanding problems. *Moncada, S., Palmer, R. M. & Higgs, E. A. (1991).*
- Montalva C., Collier K., Rocha L.F.N., Inglis P.W., Lopes R.B., Luz C., Humber R.A., 2016.** A natural fungal infection of a sylvatic cockroach with *Metarhizium blattodeae* sp. nov., a member of the *M. flavoviride* species complex. *Fungal Biol.* 120, 655-665.
- Montamat, Bruno. "Jules Laviotte., 2021.** Ou l'Art nouveau symboliste." *Les Cahiers de la recherche architecturale urbaine et paysagère (1864-1929).*
- Montfort W., Jesus E. V., Arthur F. M., Stephen R. E., Betsy Katzing., Earl,R., Nuyhen H. X., R on Hamlin., Robertus J.D., 1987.** The Three-dimensional Structure of Ricin at 2.8 Å. *Biolog. chemist.* 262(11):5398-5403.
- Morakchi S., Maïza A., Farine J. P., Aribi, N., Soltani N., 2005.** Effects of a neonicotinoid insecticide (acetamiprid) on acetylcholinesterase activity and cuticular. hydrocarbons profil in German cockroaches. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci,* 70(4), 843-8.
- Mourier A., 2014.** Lutte intégrée contre deux insectes synanthropes : *Blattella germanica* et *Cimex lectularius*. Apports de l'écologie scientifique pour le conseil à l'officine. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Bordeaux, France. 101 pp.
- Mukha D.V., Chumachenko AG., Dykstra M.J., Kurtti T.J., Schal C., 2006.** Characterization of a new densovirus infecting the german cockroach, *Blattella germanica*. *J. Gen. Virol.* 87, 1567-1575.
- Mullins J. F., Kirk J.M., Shapiro E.M., 1955.** Chloroquine treatment of lupus erythematosus. *Southern southern medical journal,* 48 (7), 732.
- N'guessan, K., Tra, B. F. H., & Koné, M. W., 2009.** Étude ethnopharmacologique des plantes antipaludiques utilisées en médecine traditionnelle chez les Abbey et Krobou d'Agboville (Côte-d'Ivoire). *Ethnopharmacologia,* 44, 42-50.
- Nadkarni, A.K.,1954.** *Indian Materia Medica.* Popular Prakashan, Bombay, India.
- Nasirian H., Salehzadeh A., 2019.** Control of cockroaches (Blattaria) in sewers: a practical approach systematic review. *J. Med. Entomol.* 56:181–191.

Références bibliographiques

Nishiwaki H., Ito K., Otsuki K., Yamamoto H., Komai K., Matsuda K., 2004. Purification and functional characterization of insecticidal sphingomyelinase C produced by *Bacillus cereus*. *Eur. J. Biochem.* 271, 601-606.

Nishiwaki H., Nakashima K., Ishida C., Kawamura T., Matsuda K., 2007. Cloning, functional characterization, and mode of action of a novel insecticidal pore-forming toxin, sphaericolysin, produced by *Bacillus sphaericus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 73, 3404-3411.

Niwa, R., Namiki, T., Ito, K., Shimada-Niwa, Y., Kiuchi, M., Kawaoka, S., ... & Shinoda, T., 2010. Non-molting glossy/shroud encodes a short-chain dehydrogenase/reductase that functions in the 'Black Box' of the ecdysteroid biosynthesis pathway. *Development*, 137(12), 1991-1999.

Nweke I.A., Mbah C.N., Oweremadu E.U., Dambaba N., Orji E.C, Ekésiobi AI, Nnabuife ELC., 2017. Soil pH, available P of an ultisol and castor performance as influenced by contrasting tillage methods and wood ash, *Afr. J. Agric. Res.* 12(8): 606-616.

Obeng-Ofori, D., & Freeman, F. D. K., 2001. Efficacy of products derived from *Ricinus communis* (L.) and *Solanum nigrum* (L.) against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) in stored maize. *Ghana Journal of Agricultural Science*, 34(1), 39-47.

Ogunniyi, D., 2006. Castor oil: a vital industrial rawmaterial. *Bioresource Technology* 97, 1086–1091.

Oladipupo S.O., hu X.P., Appel A.G., 2020. Topical Toxicity Profiles of Some Aliphatic and Aromatic Essential Oil Components Against Insecticide-Susceptible and Resistant Strains of German Cockroach (Blattodea: Ectobiidae). *Journal of Economic Entomology*, 113: 896–904.

Olsnes S., Sandvig K., Refsnes K., Pihl A., 1976. Rates of different steps involved in the inhibition of protein synthesis by the toxic lectins abrin and ricin. *J. Biol. Chem.* 251, 3985-3992.

Ombrello T., 2000. Castor been plant. Plant of the week, Biology Department Union County Colleges Cranford Campus (online). *Orient. Insect.* 37: 1–186.

Ou Q., Magico A., King-Jones K., 2011. Nuclear receptor DHR4 controls the timing of steroid hormones pulses during *Drosophila* development.

Ouattara, J. M. P., Zahui, F. M., Kouame, J. R. K., & Coulibaly, L., 2021. Assessment of Phytosanitary Practices in Peri-Urban Agriculture and Associated Environmental and Health Impacts in Developing Countries: Case of Abengourou City (Côte d'Ivoire). *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 10(3), 275-288.

Références bibliographiques

- Ovenden, S. P., Pigott, E. J., Rochfort, S., & Bourne, D. J. (2014). Liquid chromatography–mass spectrometry and chemometric analysis of *Ricinus communis* extracts for cultivar identification. *Phytochemical analysis*, 25(5), 476-484.
- Pachamuthu P., Kamble S.T., Yuen G.Y., 1999. Virulence of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) strain ESC-1 to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) and its compatibility with insecticides. *J. Econ. Entomol.* 92, 340-346.
- Pan V.A., Schmolz E., Krücken J., Kuhn C., 2020. efficacy of insecticides against bed bugs doi:10.1093/jee/toz123.
- Pan, X. Y., & Zhang, F., 2020. Advances in biological control of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Biological Control*, 142, 104104.
- Patel V.R., Dumancas G.G., Viswanath L.C.K., Maples R, Subong B.J.J., 2016. Castor Oil: Properties, Uses, and Optimization of Processing Parameters in Commercial Production. *J. Lipid Insights*, 9: 1–12.
- Paul C.J., Van R., Lynell K. T., 1999. The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. *Exper. Appl. Acarol.* 23: 281–296
- Payal S., Khan M., Kumar O., Vijayaraghavan R., 2010. Purification, characterization and toxicity profile of ricin isoforms from castor b *Fd Chem. Toxicol.* 48: 3171–3176.
- Peter H.R., Franklin E.R., Eichhorn S.E., Bouharmont J., 1999. *Biologie végétale*, pp 305-308.
- Petryk, A., Warren, J. T., Marqués, G., Jarcho, M. P., Gilbert, L. I., Kahler, J., ... & O'Connor, M. B., 2003. Shade is the *Drosophila* P450 enzyme that mediates the hydroxylation of ecdysone to the steroid insect molting hormone 20-hydroxyecdysone. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(24), 13773-13778.
- Phambala K., Tembo Y., Kasambala T., Kabambe V. H., Stevenson P. C., Belmain S. R., 2020. Bioactivity of common pesticidal plants on fall armyworm larvae (Spodoptera frugiperda). *Plants*, 9, 112.
- Polito L., Djemil A., Bortolotti M., 2016. Plant Toxin-Based Immunotoxins for Cancer Therapy: A Short Overview. *Biomedicines*, 4, E12.
- Polvèche, V. 1996. La culture de ricin en Europe. *Ingénieries-EAT.* 6: 49-58.

Références bibliographiques

- Poonam S., Prachi A., Krishna Murali Y., Vibha T., 2008.** Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of *Ricinus communis* and its purified fractions. *Fd Chem. Toxicol.* 46 : 3458–3466.
- Prat R., Michèle M., Vonarx V., 2005.** Les Fruits : Le Ricin: une capsule déhiscente. *Biologie et multimédia*, pp 15-17.
- Qureshi R., Waheed A., Arshad M., Umbreen T., 2009.** Medico-ethnobotanical inventory of Tehsil Chakwal, Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 41(2) : 529-538
- Raabe, M.,1984.** Insect Neurohormones. *African Zoology*, 19(1), 62-62.
- Raga A., Silva S. B., Louzeiro L., R., F., Marques de Sousa E., 2020.** Larvicidal and Adulticidal Activities of Neem Oil against *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Tephritidae). *European Journal of Medicinal Plants*, 31(10), 44-51.
- Raikhel, A. S., & Dhadialla, T. S.,1992.** Accumulation of yolk proteins in insect oocytes. *Annual review of entomology*, 37(1), 217-251.
- Ramos-López M.A., Pérez S., Rodriguez-Hernández G.C., Guevara-Fefer, Zavala-Sanchez M.A., 2010.** Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *African Journal of Biotechnology*, 11:4274–4278
- Ramprasad R., Bandopadhyay R., 2010.** Future of *Ricinus communis* after completion of the draft genome sequence. *Curr. sci.* 99(10): 1316-1318.
- Rao M. U., Sreenivasulu M., Chengaiah B., Jaganmohan Reddy K., Madhusudhana Chetty C., 2010.** Herbal Medicines for Diabetes Mellitus: A Review. *Int. J. Pharm. Tech. Res.* 2(3): 1883-1892.
- Regnault-Roger C., Philogène B.J.R., Vincent C., 2005.** Biopesticides of Plant Origin. *Biopesticides of Plant Origin*.
- Rehn J.A.G., 1945.** Man's uninvited fellow - traveller - the cockroach. *Scientific Monthly.* 61:265–276.
- Rewitz, K. F., Yamanaka, N., & O'Connor, M. B.,2013.** Developmental checkpoints and feedback circuits time insect maturation. *Current topics in developmental biology*, 103, 1-33.
- Riddiford, L. M., Truman, J. W., Mirth, C. K., & Shen, Y. C., 2010.** A role for juvenile hormone in the prepupal development of *Drosophila melanogaster*. *Development*, 137(7), 1117-1126.

Références bibliographiques

Riddiford L.M., 2011. Molecular aspects of juvenile hormone action in insect. Riddiford L. M., When is weight critical. *Experim. Biol*, 214.

Rideout E. J., Marshall L., Gewal S. S., 2012. Drosophila RNA polymerase III repressor MafI controls body size and developmental timing by modulating trnaimet synthesis and systemics insulin signling. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 109(4).

Robert Koch-Institut., 2017. RKI guide for doctors: ricin intoxication. *Epid. Bull* 32:315–321.

Robker R L., Akison L K., Bennett B D., Thrupp P N., Chura L R., Russell D L., Lane M., Norman R J., 2009. Obse women exhibit differences in ovarien metabolites, hormones, and gene expression compared with moderate-weight women. *J.Clin. Endocrinol. Metab.* 94(5).

Rodhain, F., & Perez, C., 1985. *Precis d'entomologie medicale et veterinaire; notions d'epidemiologie des maladies a vecteurs.*

Roma, G. C., Bueno, O. C. & Camargo-Mathias, M. I., 2010. Morpho-physiological analysis of the insect fat body: A review Gillott, C., *Entomology.* Plenum Press, New York. 41.

Roth L.M., Willis E.R., 1957. The medical and veterinary importance of cokroaches. *Smithson; Mise. Collect.*, 134, 1-147.

Roth M. L., 1970. “Systematics and Phylogeny of Cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Orient. Insect.* 37: 1–186.

Roth M. L., 2003. “Systematics and Phylogeny of Cockroaches (Dictyoptera: Blattaria).

Rousset P., 2008. *Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales,* Brésil: Cirad.288p.

Roy C.J., Song K., Sivasubramani, S.K., Gardner D.J., Pincus, S.H., 2012. Animal models of ricin toxicosis. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 2012, 357, 243–257. [PubMed]

Rust M. K., Owens J. M. & Reiersen D. A., 1995. *Understanding and Controlling the German Cocroache.* New York Oxford. Oxford University Press., 265p.

Salinas Sánchez, D. O., 2021. Bioactivity of a Fraction Rich in Linoleic Acid of *Ricinus communis* L.(Euphorbiaceae) Leaves against the Yellow *Sugarcane Aphid, Siphia flava* (Hemiptera: Aphididae) Insecticidal activity of *Ricinus communis* against *Siphia flava.* *Journal of Food Protection.*

Salinas-Sánchez, David. O., Ramírez-Rodríguez, R., Rivas-González, J. M., Figueroa-Brito, R., Peña-Chora, G., Toledo-Hernández, E., & Sotelo-Leyva, C., 2021. Chemical

Références bibliographiques

composition of *Ricinus communis* and *Momordica charantia* seeds extracts and its bioactivity against the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner). International Journal of Tropical Insect Science, 1-6.

Sandvig K., Skotland T., van Deurs B., Klok T.I., 2013. Retrograde transport of protein toxins through the Golgi apparatus. *Histochem Cell. Biol* 140:317–326.

Sarwar Anam A., Afsheen S., Shah S. S., Afzal S., Zia A., Khan I., Hayat Y., 2019. Potential of plant oils against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera; Bruchidae) on stored mung bean (*Vigna radiata*). *Asian J Agric & Biol*, 7 (2): 204-209.

Sawczyn T., Dolezych B., Klosok M., Augustyniak M., Stygar D., Buldak R. J., Kuklaa M., Michalczyk K., Karcz-Socha I., Zwirska-Korczala K., 2012. Alteration of carbohydrates metabolism and midgut glucose absorption in *Gromphadorhina portentosa* after subchronic exposure to imidacloprid and fenitrothion. *J. Envir. Sc. Heal, Part A*, 47(11), 1644-1651.

Scarpa A., Guerci A., 1982. Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis L.*): a review. *J Ethno pharmacol* 5:117–137.

Schal C., Gautier J.Y. et Bell W.J., 1984. Behavioral ecology of cockroaches. *Biol*, 59:

Schrader H.S., 1948. *Cytology of flocoids* (Soccoidea-Homoptera). *Advan. Genet.* 2:12.

Severino L.S., Auld D.L., Baldanzi M., M., Cândido M.J.D., Chen G., Crosby W., Tan D., He X., Lakshamma P., Lavanya C., Machado O.L.T., Mielke T., Milani, M., Miller, T.D., Morris, J.B., Morse, S.A., Navas, A.A., Soares, D.J., Sofiatti, V., Wang M.L., Zanotto M.D., Zieler H., 2012. A review on the challenges for increased production of castor. *Agronomy Journal* 104, 853–880.

Severino L.S., Auld D.L., 2013. A framework for the study of the growth and development of castor plant. *Industrial Crops and Products* 46, 25–38.

Sharma S., Vasudevan P., Madan M., 1990. Insecticidal value of castor (*Ricinus communis L.*) against termites. *Int. Biodeterior.*, 27, pp 249-254.

Sharma., Khan T., Absar, M., 2012. Toxic effect of neem (*Azadirachta indica*) extracts against the eggs and adults of *Dysderus koenigii* (Fabricius).

Sharma, S., Raina, A., Agrawal, D. C., Dhar, M. K., & Kaul, S., 2021. Neurotoxic Medicinal Plants of Indian Himalayan Regions: An Overview. *Medicinal Herbs and Fungi*, 469-493.

Références bibliographiques

Shifriss O., 1966. Synthesis of a new system of sex reversals in *Ricinus communis* L. Mimeographed manuscript in the Department of Horticulture and Forestry, Rutgers-The State. University, New Brunswick, N.J, pp 187-189.

Sijelmassi A., 1991. Les plantes médicinales du Maroc. Edition Fenugrec, Casablanca.

Singh A., Kaur J., 2016. Toxicity of Leaf Extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) Against the Third Instar Larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). American Journal of Bio.Science. Special Issue: Recent Trends in Experimental. Toxicology. Vol. 4, No. 3-1, pp. 5- 10.

Sotondji F. A., Kpindoui O. K., Djihinto A. C., Dannon E. A., Zodomi G., Sagbo R., 2020. Efficacité du baume de cajou et des huiles végétales pour la lutte contre les populations de *Plutella xylostella* L. 1758 (Lepidoptera : Plutellidae). African Crop Science Journal, Vol. 28, No. 2, pp. 151 – 168.

Strong C. A., Koehler P. G & Patterson R. S., 2000. Oral toxicity and repellency of borates to German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol, 86 (5): 1458-1463.

Suinga F. A., Casali V. W. D., Picanço M., Foster J., 2004. Genetic divergence among tomato leafminer population based on AFLP analysis pesq. Agropec, Brasilia, V. 39, n.7, P. 645-651.

Sule M. I., Sani U. M., 2008. Isolation of ricinine from methanol extracts of three different seed varieties of *Ricinus communis* L (Euphorbiaceae). Pharmaceut. Sci. 7(1): 114 – 118.

Sutton-McDwall M L., Gilchrist R., Thompson J G., 2010. The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. Reprod., 139(4).

Swanton, C. J., Mashhadi, H. R., Solomon, K. R., Affi, M. M., & Duke, S. O., 2011. Similarities between the discovery and regulation of pharmaceuticals and pesticides: in support of a better understanding of the risks and benefits of each. Pest management science, 67(7), 790-797.

Tanaka A., 1976. Stages in the embryonic development of the German cockroach. *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Kontyn (Tokyo), 44, 512-225.

Tang Q., Bourguignon T., Bourguignon Y., Willenmse L., De Coninck E., Evans T., 2018. Global spread of the German cockroach, *Blattella germanica*. BiolInvasions.

Références bibliographiques

- Terekina N.V., 2009.** Economic plants and their diseases, pests and weeds. Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighbouring countries, 2003 – 2009 project.
- Tichafogwe, T. R., & Juscar, N., 2020.** Indigenous Land Grabbing and Forests Right Defilement by Small Farm Holders in Nguti, Cameroon. *Current Urban Studies*, 8(01), 129.
- Tinzarra W., Tushemereirwe W., Nankinga C. K., Gold C. S., Kshaija I., 2006.** The potential of using botanical insecticides for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). *African J. Biotechnol.*5(20) : 1994-1998.
- Tokro G., 1984.** Les phéromones sexuelles chez *Blattella germanica* L (Insecte, Dictyoptère). Secrétion d'une pheromone sexuelle volatile par le pygidium des femelles. Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne – Dijon (France). 54 pp.
- Tounou A.K., Mawussi, G., Amadou, S., Agboka, K., Gumedzoe, Y., Mawuena, D., Sanda, K., 2011.** Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *J. Appl. Biosci.* 43, 2899–2914.
- Trochain J., 2016.** Le Ricin (suite). In : *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 10^e année, bulletin n°107, 2016. pp. 578-589.
- Tschudi, J., 2021.** Les pesticides : quel impact pour la santé?. *Bulletin des médecins suisses*, 102(03), 102-104.
- Tunaru S., Althoff T.F., Nüsing R.M., Diener M., Offermanns S., 2012.** Castor oil induces laxation and uterus contraction via ricinoleic acid activating prostaglandin E 3 receptors. *PNAS*.
- Turturice B. A., Ranjan R., Nguyen B., Hughes L. M., Andropolis K.E., Gold D.R.,**
- Tyagi N., Tyagi M., Pachauri M., Ghosh P.C., 2015.** Potential therapeutic applications of plant toxin-ricin in cancer: challenges and advances. *Tumour. Biol* 36:8239–8246.
- Upasani S. M., Kotkar H. M., Mendki P. S, Maheshwari V. L., 2003.** Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L foliage flavonoids. *Pest. Manag. Sci.* 59:1349– 1354.
- Van -Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P., 2014.** Insectes comestibles : perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale. FAO.

Références bibliographiques

- Van-Welzen P.C., 2001.** Revisions and phylogenies of *Malesian euphorbiaceae: Subtribe lasiococcinae* (Homonoia, Lasiococca, Spathiostemon) and *Clonostylis, Ricinus*, and *Wetria. blumea* 43: 131–164.
- Visen PKS., Shukla B., Patnaik G.K., Dhawan B. N., Kapoor N. K., 1992.** Hepatoprotective activity of *Ricinus communis* leaves. *Pharm Biol* 30(4): 241–50.
- Volkshard S., Nogueira D.S., 2007.** Castor oil as a fuel: Facts, Perspectives and Risks. *Engenhari Agricultur.* 15(2) :168-172.
- Wan, S., 2006.** Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis L.*) seedlings to salt stress levels. *Industrial crops and products*, 31(1), 13-19.
- Wang C., Wang S., 2017.** Insect pathogenic fungi: Genomics, molecular interactions, and genetic improvements. *Annu. Rev. Entomol.* 62, 73-90.
- Wang Z.F., Wang, J.F., Bao, Y.M., Wu, Y.Y., Zhang, H.S., 2011.** Quantitative trait loci controlling rice seed germination under salt stress. *Euphytica*, 178, 297–307.
- Waris, M., Nasir, S., Rasule, A., & Yousaf, I., 2020.** Evaluation of Larvicidal Efficacy of *Ricinus communis* (Castor) Plant Extract and Synthesized Green Silver Nanoparticles against *Aedes albopictus*. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 14(2), 162.
- Warren, J.T., Yerushalmi, Y., Shimell, M.J., O'Connor, M.B., Restifo, L.L., Gilbert, L.I., 2006.** Discrete pulses of molting hormone, 20-hydroxyecdysone, during late larval development of *Drosophila melanogaster*: correlations with changes in gene activity. *Dev. Dyn.* 235(2): 315-326.
- Wattiez C., Beys B., 1999.** Pas de pesticides à la maison solution sans danger pour le contrôle de bestioles indésirables. *Pest. Action Network (Pan).* Belg. 12 pp.
- Wei, H. S., Qin, J. H., Cao, Y. Z., Li, K. B., & Yin, J., 2021.** Two classic OBPs modulate the responses of female *Holotrichia oblita* to three major ester host plant volatiles. *Insect Molecular Biology*
- Wiens, A.W., & Gilbert., 1968.** T Regulation of carbohydrate mobilization and utilization in *leucophaco maderae*. *J. Insect physiol.*
- Wigglesworth V.B., 1972.** The principles of insect physiology. Seventh Edition. Chapman and Hall, London. 827 pp.

Références bibliographiques

- William A.V.M.L., George J.R., Shifriss, O., 1967.** Interspersed Sexuality in *Ricinus*, *Genetics*, 57, pp 347-356.
- Winteringham F. P. W., 1952.** Conference on insecticide resistance and insect physiology, p. 20. Publ. nut. Acad. Sci., Wash., no. 219.
- Witchard M., 1997.** Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L). *J. Plant Grow. Regul.* 16: 215–217.
- Woodruff L. C. 1938.** The normal growth rate of *Blattella germanica* L. *J. Exp. Zool.* 79: 145-167.
- Worbs S., Köhler K., Pauly D., Avondet M.C., Schaer M., Dorner M.B., Dorner B.G., 2011.** *Ricinus communis* intoxications in human and veterinary medicine-a summary of real cases. *Toxins* 3(10) :1332–1372.
- Yamanaka, N., Rewitz, K. F. & O Connor, M. B., 2013.** Ecdysone Control of Developmental Transitions: Lessons from *Drosophila* Research. *Annu. Rev. Entomol.* 58.
- Yang C.L., Zhu H.Y., Zhang F., 2019.** Comparative Proteomics Analysis Between the ShortTerm Stress and Long-Term Adaptation of the *Blattella germanica* (Blattodea: Blattellidae) in Response to Beta-Cypermethrin. *J. Econ. Entomol* 112 (3), 1396•1402.
- Yang, R., Zhang, M., Schal, C., Jiang, M., Cai, T., & Zhang, F., 2021.** Boric acid enhances *Metarhizium anisopliae* virulence in *Blattella germanica* (L.) by disrupting the gut and altering its microbial community. *Biological Control*, 152, 10443.
- Yangui, F., Bougacha, M., Cherif, H., Triki, M., Karaborni, B., Khouani, H., & Charfi, M. R., 2021.** Profil clinique et allergénique de l'allergie aux acariens et sa variation en fonction de l'âge. *Revue Française d'Allergologie*, 61(4), 253-254.
- Yeeles, P., Strain, A., Lenancker, P., & Lach, L., 2021.** Low reduction of invasive ant colony productivity with an insect growth regulator. *Pest Management Science*, 77(4), 1626-1632.
- Yeom, H.J., Kang, J.S., Kim, G.H. and Park, I.K., 2012.** Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activityof Apiaceae plant essential oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *J. Agric. Food. Chem.*, 60: 7194-7203.
- Yoshiyama-Yanagawa, T., Enya, S., Shimada-Niwa, Y., Yaguchi, S., Haramoto, Y., Matsuya, T., ...& Niwa, R., 2011.** The conserved Rieske oxygenase DAF-36/Neverland is a novel cholesterol-metabolizing enzyme. *Journal of Biological Chemistry*, 286(29), 25756-25762.

Références bibliographiques

Younoussou, R. A. B. O., 2021. Effets comparés de quelques biopesticides et d'un pesticide chimique (cyperméthrine 10 EC) sur les insectes ravageurs et maladies

Yu J., Wu J., Zhang Y., Guo L., Cong X., Du Y., Li J., Sun W., Shi J., Peng J., Yin F., Wang D., Zhao P., Wang J., 2012. Concurrent highly pathogenic porcine reproductive

Zahir A.A., Rahuman A.A., Bagavan A., Santoshkumar T., Mohamed R.R., Kamaraj C., Rajkumar C., Elango G., Jayaseelan C., Marimuthu S., 2010. Evaluation of botanical extracts against *Haemaphysalis bispinosa* Neumann and *Hippobosca maculata* Leach. Parasitol. Res. 107, 585–592.

Ziyu Dai., Gerald E. E., Maurice S. B. K., 1992. Control of Photosynthesis and Stomatal Conductance in *Ricinus communis* L. (Castor Bean) by Leaf to Air Vapor Pressure Deficit. Plant Physiol. 99 : 1426-1434.

Web graphie.

<http://www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects>, Consulté le 27/6/2021.

<http://www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects>, Consulté le 27/6/2021.

<http://mon.univ-montp2.fr/index.php>, consulter le 20/06/2021.

<https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/06/2021.

<https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/06/2021.

<https://www.Wikipédia.fr>, consulté le 18/06/2021.

Annexe : Données statistiques

Tableau 1 : Effets de *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion, sur le nombre d'ovocytes par paire d'ovaires chez les femelles adultes de *B. germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification.

Source	DDL	SC ajust	CM ajust	Fobs	Valeur de P
Age	3	36,57	36,57	2,51	0,000
Traitement	1	74,96	74,96	8,46	0,000
Traitement*âge	3	83,65	83,65	167,66	0,002
Erreur	27	664	13,04	13,03	
Total	31	1743,43			

Tableau 2 : Effets de *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion, sur la longueur de l'ovocyte basal (μm), chez les femelles adultes de *B. germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification.

Source	DDL	SC ajust	CM ajust	Fobs	Valeur de P
Age	3	87,564	109560	65,16	0,000
Traitement	1	52,053	42600	25,34	0,000
Traitement*âge	3	22,511	76743	45,64	0,000
Erreur	27	5,204	1681		
Total	31	1681			

Tableau 3 : Effets de *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion, sur la largeur de l'ovocyte basal (μm), chez les femelles adultes de *B. germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification.

Source	DDL	SC ajust	CM ajust	Fobs	Valeur de P
Age	3	87,564	13805	11,47	0,000
Traitement	1	52,053	10990	9,13	0,000
Traitement*âge	3	22,511	8906	7,40	0,000
Erreur	27	5,204	1204		
Total	31	1681			

Tableau 4 : Effets de *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion, sur le volume de l'ovocyte basal (mm^3) chez les femelles adultes de *B. germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification.

Source	DDL	SC ajust	CM ajust	Fobs	Valeur de P
Age	3	0,0018864	0,0049642	12,85	0,000
Traitement	1	0,0009255	0,00119	5,78	0,000
Traitement*âge	3	0,0014768	0,0018734	10,41	0,000
Erreur	27	0,0001190	0,0000910		
Total	31				