

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 : Biochimie appliquée

Thème

Effets comparés de deux composés le bicarbonate de sodium et le *Ricinus communis* sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica* (L.), aspect biochimique des ovaires.

Présenté par

M^{lle} Soumrani Rayane Sarra

M^{lle} Yayaoui Meryem

M^{lle} Khamassi Wissam

M^{lle} Azzeddine Lina

Devant le jury composé de :

Président :	Benyounes Abdelaziz	Professeur	Université de Guelma
Examinatrice :	Slimani Atika	M.A.A	Université de Guelma
Promotrice :	Messiad Rouhia	M.C.B	Université de Guelma

Juin 2022



Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions ALLAH tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Notre sincère gratitude va à Monsieur Benyounes Abedelaziz pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.

Nos remerciements vont également à Madame Slimani Atika pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos chaleureux remerciements, nos sincères et hautes considérations et nos profonds respects vont à notre promotrice, Madame Messiad qui nous a permis de bénéficier de son encadrement et de nous avoir guidé pour l'achèvement de ce travail. Sa patience, ses conseils précieux et ses critiques constructives a su nous mettre sur la bonne voie.

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 2021|2022.

Nous remercions ardemment, nos parents pour le soutien partisan dont ils ont acte, merci pour leur soutien tant moral, spirituel et matériel. Si nous aujourd'hui ici, c'est grâce à vous.

Nos remerciements enfin, vont également à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce mémoire.

Consécration Rayane Sarra

Je commence par rendre grâce à Dieu et à sa bonté, pour la patience, la compétence et le courage qu'il m'a donné pour arriver à ce stade et de m'avoir donné la force d'accomplir mes études.

Je dédie ce modeste travail à celui qui m'a guidé pour faire mes premiers pas et qui m'a appris mon premier mot, à celui qui a été toujours à mes côtés, qui a illuminé mes nuits et ensoleillé mes jours avec son inépuisable affection, mon papa d'amour « **Amar** ».

À la chandelle de ma vie, à la lumière de mon univers, la source de tendresse, à la femme qui m'a mis au monde ma mère.

À toute ma famille « **Soumrani** » et « **Suernine** ».

À ma chère sœur Hour, ma deuxième sœur Souheykla et mes cousines Besma, Karima et Warda.

À mes chères amies Meryem, Lina et Wissem.

Consécration Wissem

Je dédie ce modeste travail à :

Celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour incessible, à la mère des sentiments fragiles qui ma bénie par ces prières...maman chérie.

Mon support dans m'a vie, qui m'a appris, m'a supporté et ma dirigé vers la gloire...mon père. Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragement.

Ma grande sœur, Nesrine, je sais enfin ce que sais que le bonheur d'avoir une grande sœur sur laquelle on peut compter.

Je te souhaite satisfaction, réussite et prospérité.

Mes chères frères et sœurs et à toutes les personnes de ma grande famille.

Mes chères binômes, Rayane, Lina et singulièrement Meriem.

Mes meilleures amies, Feriele, Nada, Bouthayna, Roufayda, Manel et Roumaissa.

Consécration Lina

Je dédie ce modeste travail à :

*Mon père Karim et ma mère Sabrina, à mon deuxième père
Ibrahim et ma deuxième mère Dalila pour, leurs sacrifices,
leur amour, leur tendresse, leur soutien tout au long de mes
études.*

*Mon frère Jawad et ma sœur Asma, pour leurs aides
permanents et leur soutien moral.*

*Mon oncle Rida et Amar, à mes tantes Ibtissam, Nawel,
Meriem, Lilia, Widad et Amina.*

*Et plus particulièrement à mon professeur de l'école coranique
Samira Gaghout.*

*Mes chers amis Meriem, Wissem, Rayan, Selma, Zahra,
Fatma et Aya.*

*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*

Consécration Meriem

Je dédie ce modeste travail à :

L'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, papa que j'adore.

La lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma vie et mon bonheur, Maman que j'adore. Que dieu vous procure bonne santé et longue vie.

Ma deuxième mère, une mère en or, mon trésor Alika.

Mes chères frères et sœurs Ayman, Chouaib, Yahya, Aya et Amina, pour leur dévouement, et leur grande tendresse, qui en plus de m'avoir encouragé tout le long de mes études, m'ont consacré beaucoup de soutien, car ils ont toujours cru en moi et ce n'est pas fini.

Mes chères binômes, Rayane, Lina et Wissam en souvenir des années qui ont été riches en belles émotions. Merci pour l'ambiance qui a contribué à des moments d'échanges culturels et personnels très forts.

Mes amis de toujours, en souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble Feryel, Bouchra, Manal, Amara, Mousaiba, Amira, Hadil et Roufaïda.

Je précise mon bénédiction à ma grande famille Yahyaoui et Boudour.

Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

Introduction générale.

Partie I : Revue bibliographique.

Chapitre I : Présentation de <i>Blattella germanica</i>.....	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 <i>Ricinus communis</i>	19
II. 1. Présentation et description de l'espèce	19
II.1.1. Taxonomie de <i>Ricinus communis</i> (L.)	19
II.1.2 Nomenclature de <i>Ricinus communis</i> (L.)	19
II.1.3. Généralité sur le genre <i>Ricinus</i>	19
II.1.4. Systématique de <i>Ricinus communis</i> (L.)	21
II.1.5. Description botanique du taxon.....	21
II.1.5.1. La floraison.....	22
II.1.5.2. Les fruits et les graines.....	23
II.1.5.2.1. Les fruits.....	23
II.1.5.2.2. Les grains	24
II.1.6. Distribution biogéographique de l'espèce.....	25
II.1.6.1. Propagation et répartition	25
II.1.6.1.1. Répartition mondiale.....	25
II.1.6.1.2. Répartition en Algérie	26
II.1.7. Conditions édaphoclimatiques.....	26
II.1.7.1. Exigence climatique.....	26
II.1.7.2. Exigences édaphiques.....	26
II.1.8. La phénologie.....	26
II.1.9. Utilisation du ricin.....	27
II.1.9.1. Utilisation traditionnelle.....	27
II.1.9.2. Utilisations médicinales.....	28
II.1.9.3. Utilisation industrielle.....	29
II.1.10. Caractéristiques phytochimiques de <i>Ricinus communis</i>	29
II.1.10.1. Propriétés physico-chimiques.....	30
II.1.10.1.1. L'huile de ricin.....	30
II.1.10.1.2. Ricine.....	31
II.1.10.1.3. La ricinine.....	32
II.1.11. La toxicité.....	33
II.1.11.1. Mécanisme de toxicité.....	33

II.1.12. Lutte biologique et activité bioinsecticide.....	35
II.1.12.1. Activité insecticide.....	35
Chapitre III : Présentation du bicarbonate de sodium.....	37
III.1. Historique.....	37
III.2. Appellations.....	37
III.3. Propriétés physico-chimiques.....	37
III.4. Production et synthèse.....	40
III.4.1. Principe du procédé de Nicolas Leblanc (Chimiste Français, 1742-1806)	40
III.4.2. Principe du procédé de Ernest Solvay (chimiste bruxellois, 1838 – 1922)	41
III.5. Types de bicarbonate de sodium.....	42
III.5.1. Le bicarbonate de soude technique.....	42
III.5.2. Le bicarbonate de soude pharmaceutique.....	42
III.5.3. Le bicarbonate de soude alimentaire.....	43
III.6. Utilisations.....	43
III.6.1. Usage domestique.....	43
III.6.1.1. Hygiène et soins du corps.....	43
III.6.1.2. Produit d'entretien à la maison.....	43
III.6.1.3. Au jardin.....	44
III.6.2. Usage alimentaire.....	44
III.6.3. Usage médical.....	44
III.6.4. Lutte contre les incendies.....	45
III.6.5. Usage contre les nuisibles.....	45
<i>Partie 2 : partie expérimentale</i>	
<i>Chapitre IV. Matériels et Méthodes.....</i>	47
IV.1. Objectif de travail.....	47
IV.2. Matériels et Méthodes.....	47
IV.2. 1. Matériel biologique.....	47
IV.2.2. Matériel Végétale.....	48
IV.2.2.1. Présentation de <i>Ricinus communis</i>	48
IV.2.2.2. Récolte des grains de la plante (Echantillonnage).....	48
IV.2.3. Matériel chimique.....	49

IV.2.3.1. Présentation de bicarbonate de soude.....	49
IV.3. Méthodes.....	50
IV.3.1. Méthode de prélèvement des insectes.....	50
IV.3.2. Elevage en laboratoire.....	50
IV.3.3. Préparation de la pâte des grains de <i>Ricinus communis</i>	51
IV.3.4. Préparation de la substance chimique de bicarbonate de sodium.....	52
IV.3.5. Traitement des insectes et prélèvement des ovaires.....	53
IV.3.6. Extraction et dosage des différents constituants biochimiques dans les ovaires.....	53
IV.4. Dosage des métabolites ovariens.....	55
IV.4.1. Dosage des protéines.....	55
IV.4.2. Dosage des glucides.....	55
IV.5. Analyse statistique.....	56
Chapitre V : Résultats.....	57
V.1. Biochimie de l'ovaire.....	57
V.1.1. Contenu en protéines par paire d'ovaires.....	57
V.1.1.1 Effets de <i>Ricinus communis</i> sur le contenu ovarien en protéines.....	57
V.1.1.2. Effet de bicarbonate de sodium sur le contenu ovarien en protéines.....	59
V.2.1. Contenu en glucides par paire d'ovaires.....	60
V.2.1.1. Effet de <i>Ricinus communis</i> sur le contenu ovarien en glucides.....	61
V.2.1.2. Effet de bicarbonate de sodium sur le contenu ovarien en glucides.....	61
V.3.1. Comparaison de l'effet de <i>Ricinus communis</i> et le bicarbonate de sodium sur le Contenu en protéines et glucides ovariens	63
V.3.1.1. Comparaison de l'effet des deux composés sur le contenu en protéines.....	63
V.3.1.2. Comparaison de l'effet des deux composés sur le contenu en glucides.....	65
Discussion.....	68
Conclusion et perspectives.....	70
Résumé.....	71
Summary.....	72
ملخص.....	73
Références bibliographiques	74-99
Annexes.	

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Carte résumant les premiers signalements de <i>B. germanica</i> autour du monde.	2
2	Vue dorsale et ventrale d'un adulte mâle de <i>Blattella germanica</i> .	4
3	Adultes de <i>Blattella germanica</i> , A : Femelle vue dorsale, B : Femelle vue ventrale, C : Adulte nouvellement exuvie (X4).	5
4	Cycle de vie de <i>B.germanica</i> .	6
5	Morphologie des différents stades de <i>B. germanica</i> (X6.8) (D : oothèque, C 1 à C5 : Stades larvaires, A : Mâle adulte : Femelle adulte).	8
6	Système nerveux et endocrine contrôlant la sécrétion des hormones et les neurohormones.	10
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.	10
8	Représentation synthétique des principales étapes de la reproduction et leur régulation.	12
9	Gecko se nourrissant d'une blatte.	18
10	Image présente un exemple de piège glue Cafards.	20
11	Image présente un exemple de piège, un appât attire les cafards qui se retrouvent englués au niveau du pourtour collant.	20
12	<i>Ricinus communis</i> en période de maturation.	23
13	Types des feuilles de <i>Ricinus communis</i> .	24
14	Inflorescence chez le ricin.	25
15	Structure du fruit trilobulaire.	26
16	Graine de Ricin avec sa caroncule au sommet.	26
17	Structure de ricine.	32
18	La structure chimique de ricinine.	33
19	Schéma de la structure de la ricine et de ses sites de fixation.	35

20	Schéma du transfert intracellulaire de la ricine vers ses sites d'action, les Ribosomes.	35
21	Formule chimique du bicarbonate de sodium.	39
22	Bicarbonate de sodium.	39
23	Schéma simplifié le procédé de Nicolas Leblanc.	42
24	Schéma simplifié le procédé de Solvay.	43
25	Appareil reproductrice de <i>Blattella germanica</i> .	45
26	<i>Ricinus communis</i> .	46
27	Bicarbonate de sodium.	47
28	Piège pour capter les blattes dans une bouteille plastique.	48
29	Elevage de <i>Blattella germanica</i> en laboratoire.	49
30	Broyage de la <i>Ricinus communis</i> .	50
31	Prélèvement des ovaires de <i>Blattella germanica</i> sous la loupe binoculaire.	51
32	Gonades d'un adulte femelle de <i>Blattella germanica</i> nouvellement exuvie (X50).	52
33	Extraction et dosage des métabolites (glucides, et protéines) ovariens chez les adultes femelles de <i>B. germanica</i> .	53

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Propriétés physiques d'huile du ricin brut.	32
2	Propriétés chimiques d'huile du ricin brut.	33
3	Caractéristiques des propriétés physico-chimiques du bicarbonate de sodium.	42
4	Dosage des protéines ovariennes : réalisation de la gamme d'étalonnage.	55
5	Dosage des glucides ovariens : réalisation de la gamme d'étalonnage.	56
6	Contenu en protéines ovariennes (μg /paire d'ovaires) chez les adultes femelles de <i>Blattella germanica</i> après traitement à l'émergence à la DL50 par <i>le Ricinus communis</i> et le bicarbonate de sodium.	63
7	Classement par ordre décroissant des contenus en protéines ovariennes chez les femelles de <i>Blattella germanica</i> après traitement à l'émergence à la DL50 par <i>le Ricinus communis</i> et le bicarbonate de sodium :test HSD de Tukey.	65
8	Contenu en glucides ovariens (μg /paire d'ovaires) chez les adultes femelles de <i>Blattella germanica</i> après traitement à l'émergence à la DL50 par <i>le Ricinus communis</i> et le bicarbonate de sodium.	66
9	Classement par ordre décroissant des contenus en glucides ovariens chez les femelles de <i>Blattella germanica</i> après traitement à l'émergence à la DL50 par <i>le Ricinus communis</i> et le bicarbonate de sodium :test HSD de Tukey.	67

Liste des abréviations

ACh : Acétylcholine.

AChE : L'acétylcholinestérase.

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

BgDNV : Le densovirus de *Blattella germanica*.

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

CaS : Sulfure de calcium.

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

DNV : Densovirus.

EC50 : Concentration Effective à 50%.

FCV: Calicivirus félin.

F.A.O: Food and Agriculture Organization.

HSD : Différence significative honnête (Honestly significant 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.

NaHCO₃ : Bicarbonate de sodium.

nAChR : Récepteur nicotinique de l'acétylcholine.

OILB : Organisation internationale de lutte biologique.

PfDNV : Le densovirus de *Periplaneta 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 générale.

Les Blattes sont appelées cafards, cancrelats ou coquerelles, elles comptent parmi les insectes les plus anciennement connus. Parmi les 4000 espèces recensées à ce jour, seule une vingtaine sont considérées comme nuisibles car ils posent de sérieux problèmes en termes d'hygiène et de santé publique (Merad *et al.*, 2022 ; Roussel *et al.*, 2022). Ils transmettent ainsi des maladies infectieuses comme l'hépatite (Allioua *et al.*, 2021), le choléra (Kassiri *et al.*, 2018) et la tuberculose (Ijim *et al.*, 2022).

Les espèces les plus courantes, qui sont adaptées aux conditions de vie urbaine et qualifiées de domestiques (Garfield, 1990) ; sont *Periplaneta americana* (Cornwell, 1968), *Blattella orientalis* (Cornwell, 1976), *Supella longipalpa* (Gordon, 1968) et *Blattella germanica* (Habes *et al.*, 2006).

Blattella germanica est l'espèce la plus répandue sur la planète et aujourd'hui, encore, elle continue à étendre son aire de distribution. Elles sont caractérisées par un potentiel reproducteur important, une photophobie et une résistance aux conditions difficiles (faim, soif) (Grandcolas, 1998). Leur prolifération exponentielle représente un véritable fléau par leur colonisation des différentes structures publiques et privées en milieu urbain. En effet, un seul accouplement pourrait suffire à fertiliser tous les œufs produits durant la vie imaginaire (Woodroff, 1938)

L'utilisation intensive de pesticides chimiques pour la lutte contre ces espèces nuisibles a été à la base de la présence des individus résistants (Wu & Appel, 2017 ; Yang *et al.*, 2019). Par ailleurs, la diversification non contrôlée des insecticides utilisés est à la base de contamination importantes au niveau environnemental (Wang *et al.*, 2004). Les conséquences de ce phénomène sont désastreuses pour les utilisateurs qui se trouvent souvent démunis devant le développement de ces populations d'insectes résistants. La résistance aux insecticides, en l'occurrence chez la Blatte germanique, reste un phénomène alarmant (Lee *et al.*, 2000).

Ainsi et après l'intérêt progressif pour la protection de l'environnement, la recherche de molécules efficaces moins harmonieuses de l'environnement et pouvant annihiler ce fléau retrouve le premier regain de rechange, aux insecticides classiques (Swanton *et al.*, 2011). En effet, la recherche de pesticides à l'heure actuelle se conduit vers l'utilisation des biopesticides tel que les plantes comestibles toxiques (Khelifi *et al.*, 2021 ; Roussel *et al.*, 2022 ; Rousseau *et al.*, 2022, Shock *et al.*, 2022, Barnabé *et al.*, 2022). Le retour vers d'anciens composés sélectifs et efficaces, tel que les insecticides inorganiques (Habes *et al.*, 2013 ; Milyaeva *et al.*, 2022 ; Bembli *et al.*, 2022, Gouron, *et al.*, 2022).

Parmi ces plantes toxiques *le Ricinus communis* (El-Haddad *et al.*, 2022 ; Maillot *et al.*, 2022 ; Eddine *et al.*, 2022 ; Elouardi *et al.*, 2022, Rizwan *et al.*, 2022 ; Munir *et al.*, 2022), qui est la cause de plusieurs intoxications, survenant surtout en période de maturation des graines, due à la présence des glycoprotéines hautement toxique (la ricine) (Herawati *et al.*, 2021 ; Maillot *et al.*, 2022 ; Rasool *et al.*, 2022) qui a une meilleure activité insecticide que l'extrait de feuille et les autres parties de plante (Ghoneim, 2021 ; Herawati *et al.*, 2022 ; El Haddad *et al.*, 2022 ; Werrie, 2022 ; Mahomed *et al.*, 2022).

Le bicarbonate de sodium est un composé inorganique, utilisé comme additif alimentaire par excellence, favorablement loin d'écarter absolument ses propriétés insecticides chez certains nuisibles (Millakhimov *et al.*, 2019 ; Evangelista *et al.*, 2021 ; Gouron, 2022). Il s'agit d'un pesticide naturel à effet déshydratant, ainsi, en ingérant le bicarbonate, l'organisme de l'insecte cible va s'assécher de l'intérieur en entraînant par conséquent la mort de ce dernier (Mehlenbacher *et al.*, 2020). Ce composé retrouve également la recrudescence de remplacement dans le programme de lutte.

En raison de la neurotoxicité et des relations étroites entre le système nerveux et neuroendocrinien, nous avons examiné l'effet des graines de *Ricinus comunis* et le bicarbonate de soude à la DL50, sur le processus de reproduction en examinant les aspects biochimiques ovariens (protéines et glucides). *B germanica*, caractérisée par un potentiel reproducteur très élevé, sa résistance aux conditions extrêmes et son intérêt dans le domaine médical, représente un modèle de choix.

*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. 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).

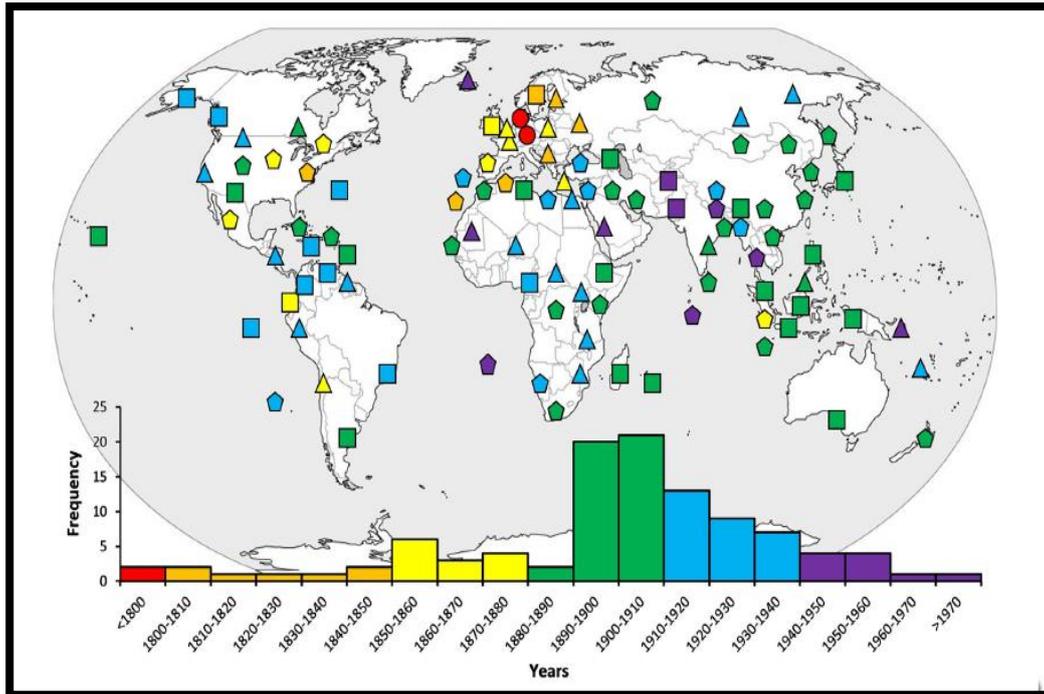


Figure 1. Carte résumant les premiers signalements de *B. germanica* autour du monde (Tang *et al.*, 2018). Chaque point indique la première occurrence de *B.germanica* dans une région spécifique. Les couleurs représentent des périodes de 30 ans, dont la première décennie est représentée par des triangles, 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.

1.2.1. 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 Habbachi, (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 ; Habbachi, 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 :	Polynooptera
Super -ordre :	Orthoteroidae
Ordre :	Dictyoptera
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).

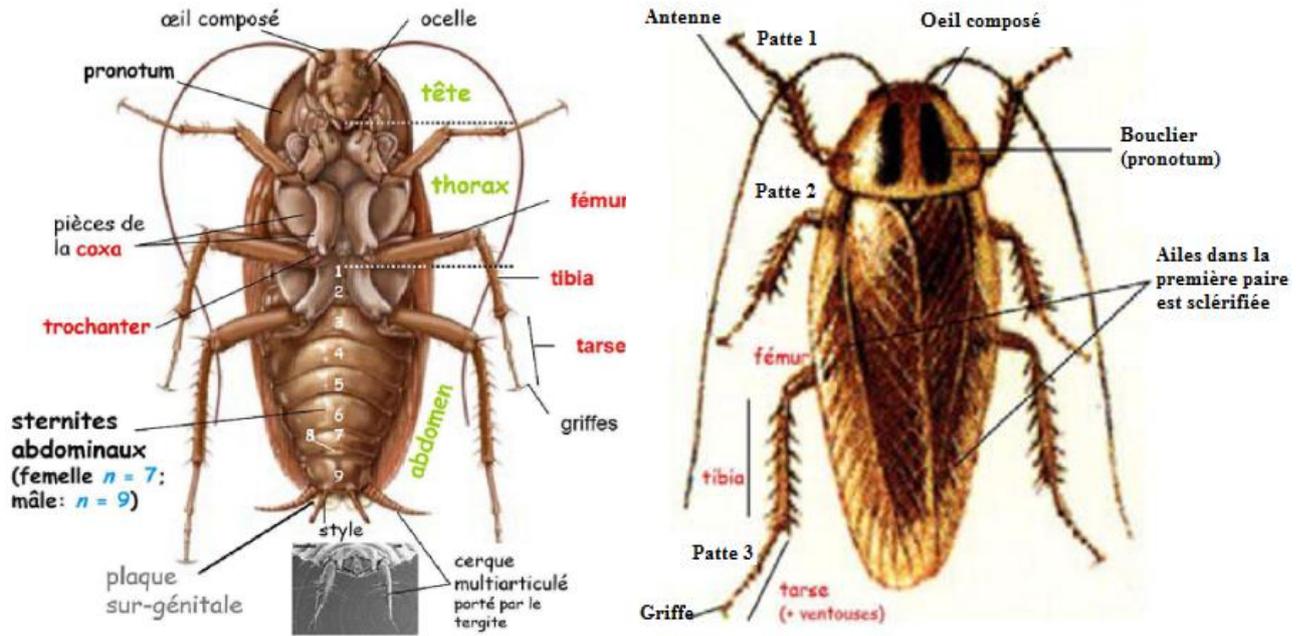


Figure 2. Vue dorsale et ventrale d'un adulte mâle de *Blattella. germanica*. (Source : Université de Montpellier, <http://mon.univ-montp2.fr/index.php>, consulté le 21/05/2022).

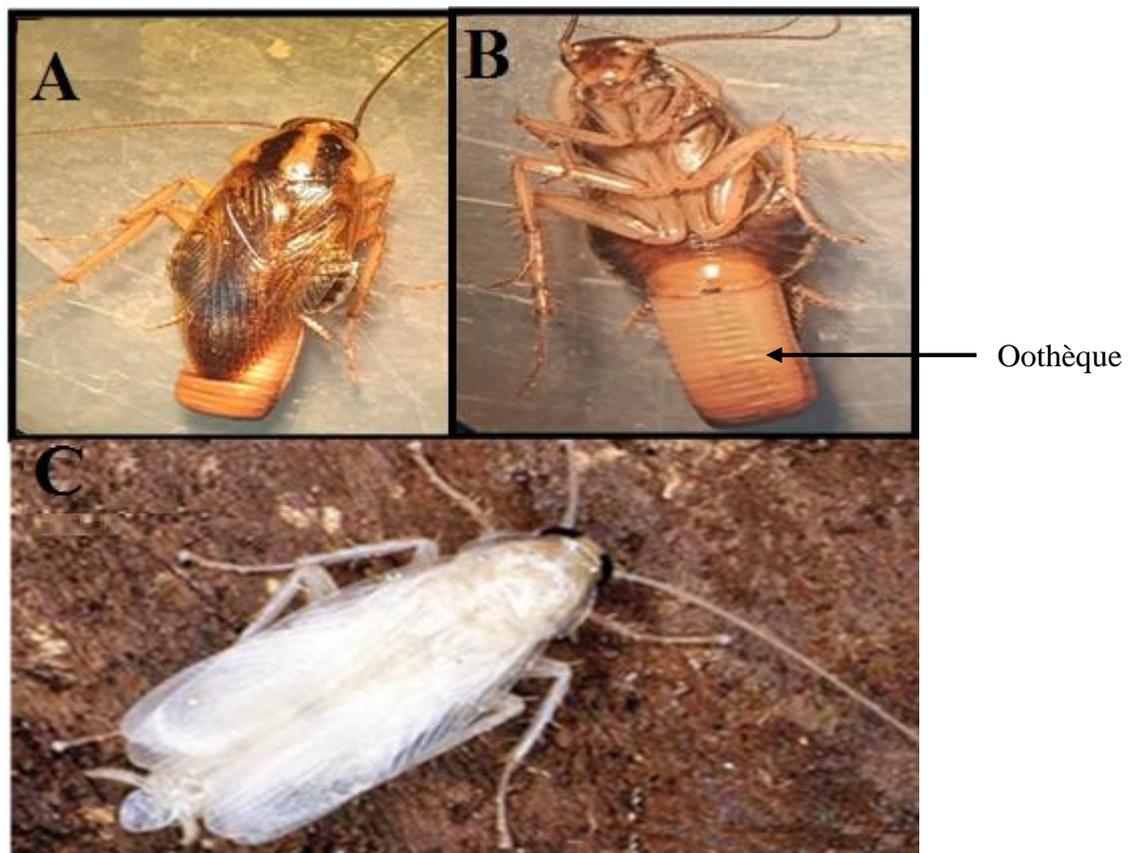


Figure 3. Adultes de *Blattella. germanica*, A : Femelle vue dorsale, B : Femelle vue ventrale, C : Adulte nouvellement exuvie (X4) (Boudeguig & Gouaidia , 2020 ; Ghermoul *et al.*, 2020).

I.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).

I.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 5 D), qui la porte pendant un certain temps (Chopard, 1951).

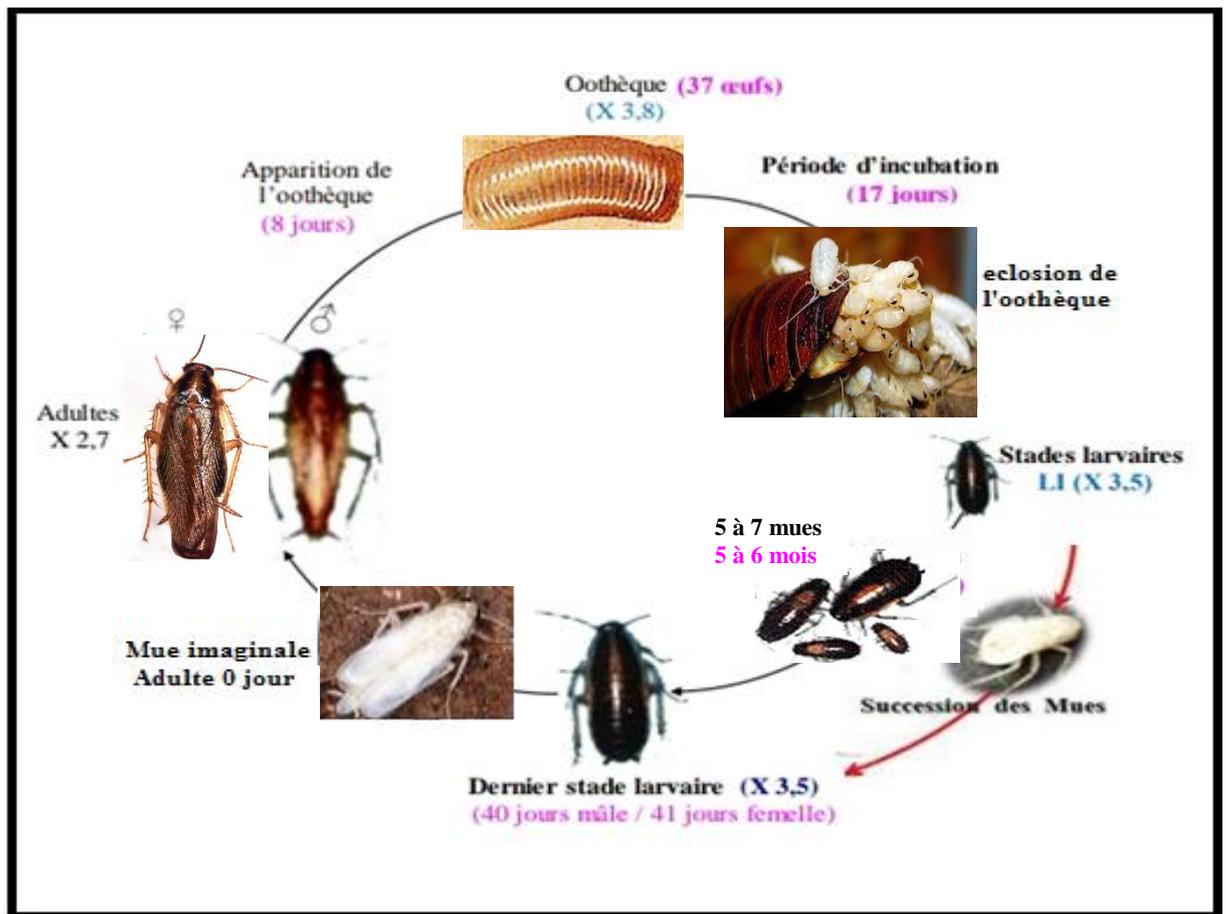


Figure 4. Cycle de vie de *B. germanica* (Cornwell, 1968).

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).

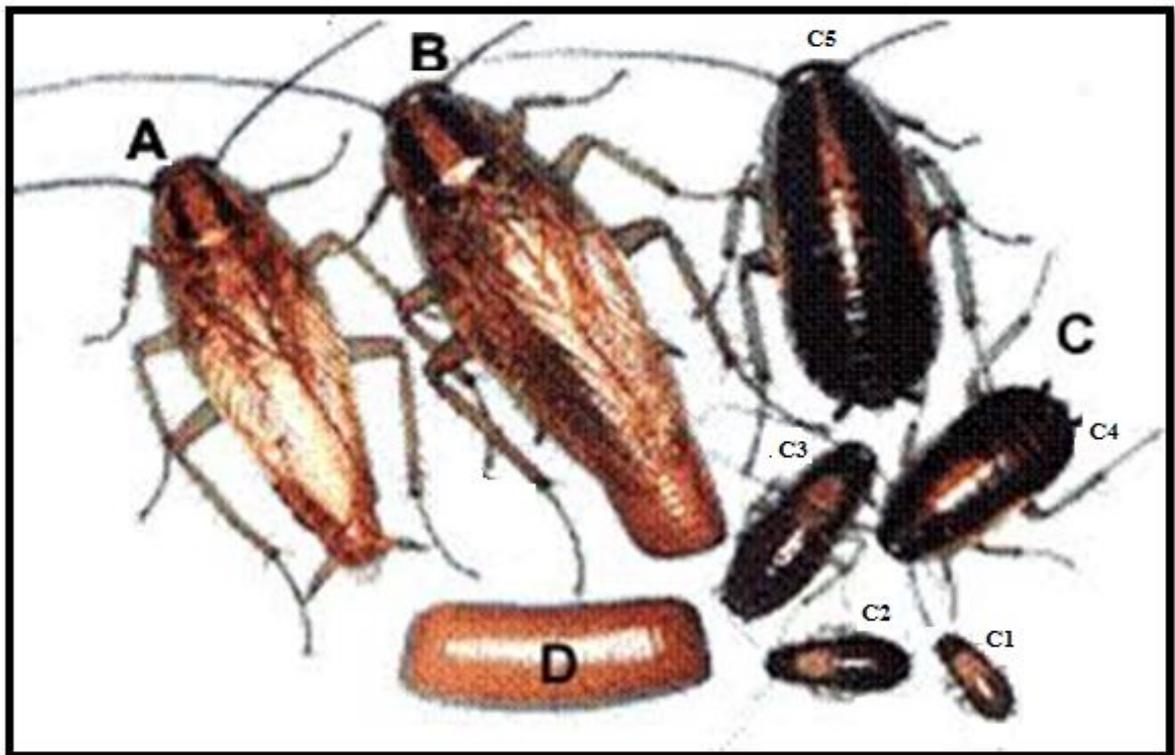


Figure 5. Morphologie des différents stades de *B. germanica* (X 6,8) d'après (Hutchinson, 1999) (D : Oothèque, C1 à C5 : Stades larvaires, A : Mâle adulte, B : Femelle adulte).

I.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 (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).

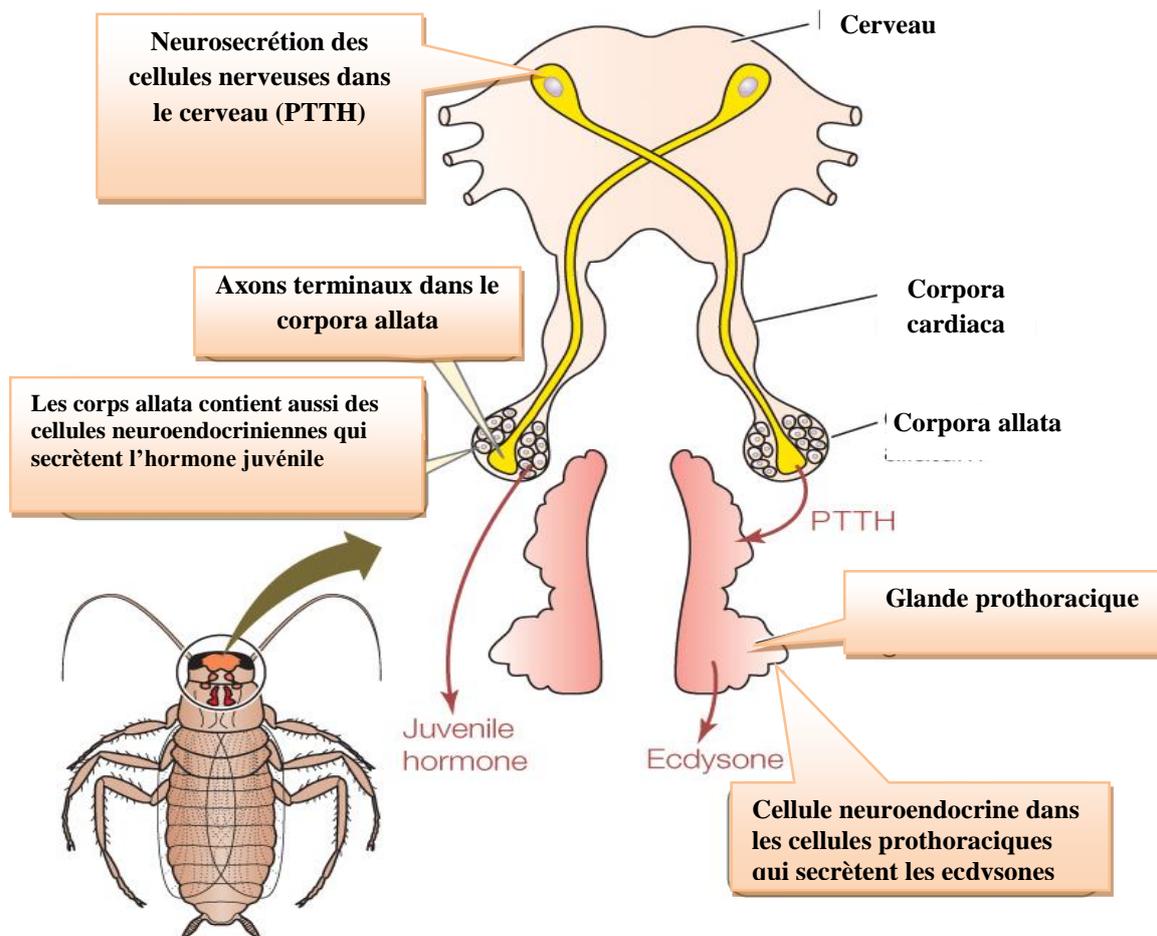


Figure 6. Systèmes nerveux et endocrine contrôlant la sécrétion des hormones et les neurohormones (www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects, Consulté le 27/5/2022).

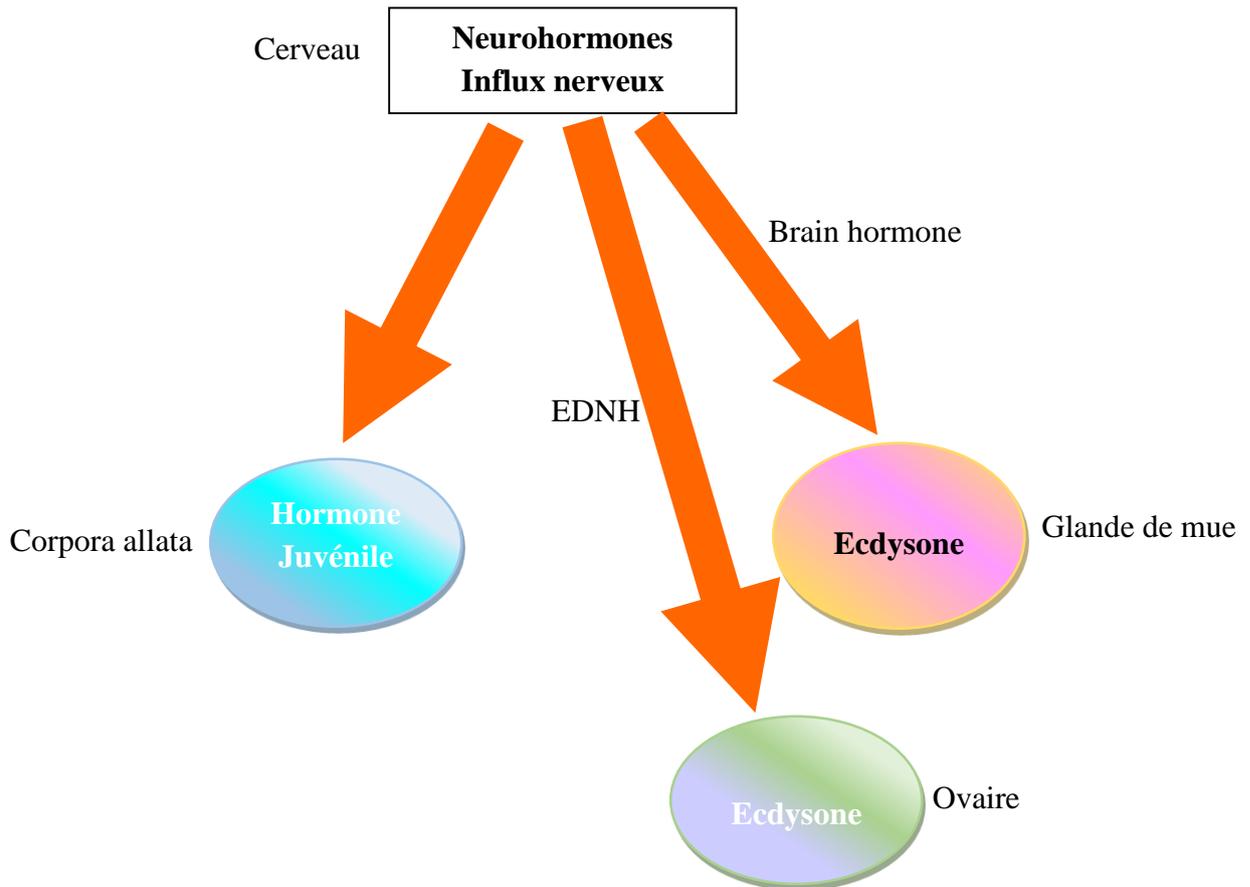


Figure 7. Contrôle cérébral de la sécrétion de l'hormone juvénile par les corpora allata, de l'ecdysone par les glandes de mue et l'ovaire (Source: <https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/05/2022).

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-Mcdowal *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).

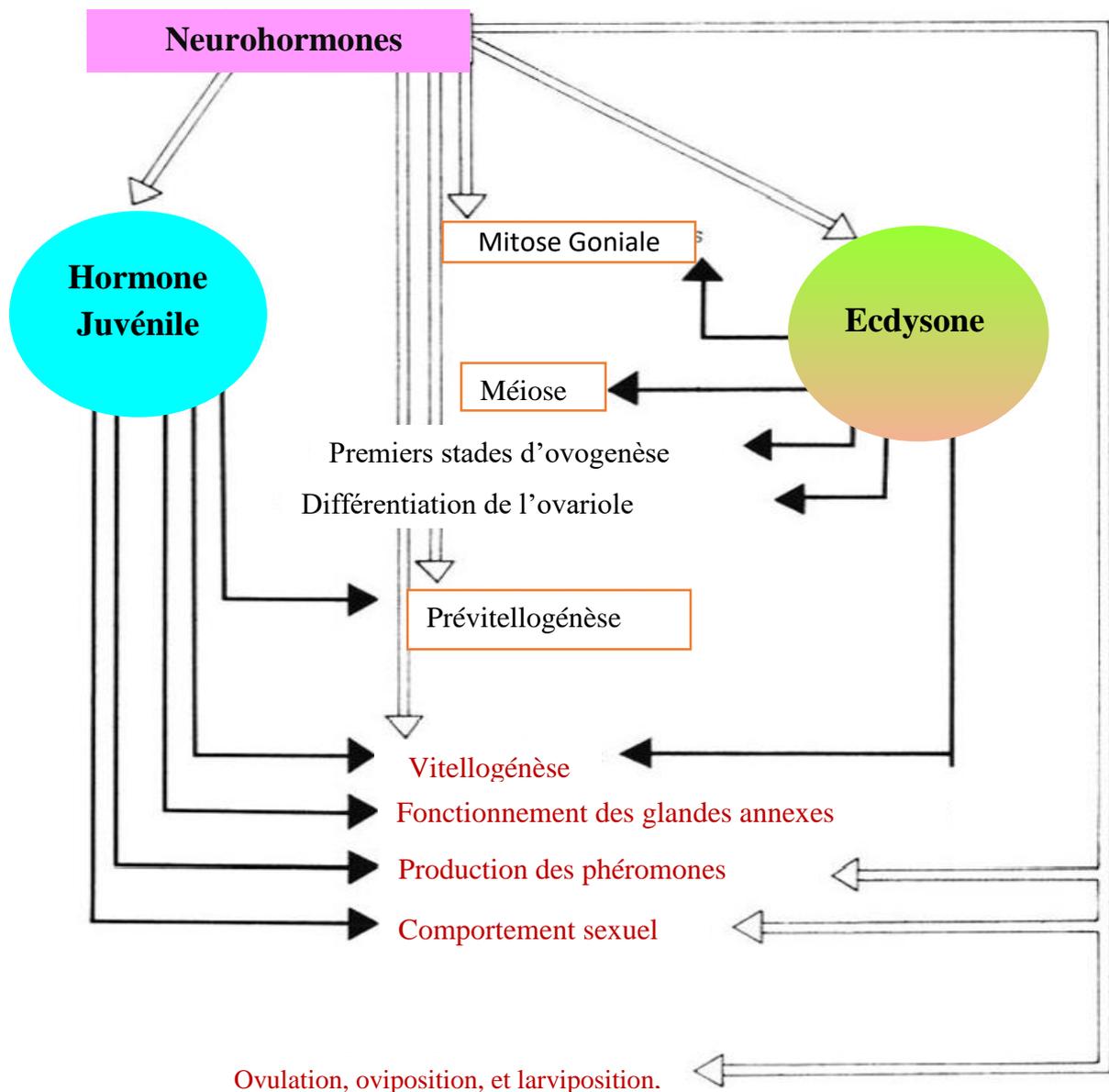


Figure 8. Représentation synthétique des principales étapes de la reproduction et de leur régulation (Source : <https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 28/05/2022).

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 (Bouزيد *et al.*, 2021). 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 ; Boné *et al.*, 2022). 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 (Morakchi *et al.*, 2005 ; Habbes *et al.*, 2001, 2006 ; Jiang *et al.*, 2021).

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 (Ouanoughi *et al.*, 2021). 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 ; Mateos-Fernández *et al.*, 2022).

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).

1.6.2.2. 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* (BgDNV) et le densovirus de *P. americana* (PfDNV) sont très toxiques pour la blatte allemande. Les densovirus (DNV) 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)

1.6.2.3. 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 ; Merad *et al.*, 2022).

1.6.2.4. 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. (Pan & Zhang, 2020 ; Lepage, 2021).

1.6.2.5. 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 reptiles (figure 9), 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).



Figure 9 : Espèce de reptile le Gecko se nourrissant d'une blatte (Source : <http://recif-tapete.fr>, consulté le 09/05/2022).

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 ; Karim *et al.*, 2022).

1.6.2.7. Bio-insecticide d'origine végétale.

Les premier 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 rétinolides 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 pyrèthrines ont fait l'objet de plusieurs travaux (Pan *et al.*, 2020).

Les huiles essentielles, sont parmi ces biopesticides, les plus efficaces, qui constituent souvent la fraction bioactive des plantes (Munir *et al.*, 2022). 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 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 ; Justin *et al.*, 2022).

1.6.3. La lutte physique.

Elle consiste l'utilisation des pièges à glue (Lyon, 1997 ; Kim *et al.* 2000). Les appâts ont été longtemps utilisés contre les blattes (Yalei-Li *et al.*, 2021 ; Ouanoughi, 2021). Ils peuvent exister sous plusieurs formes (figure 10) 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).

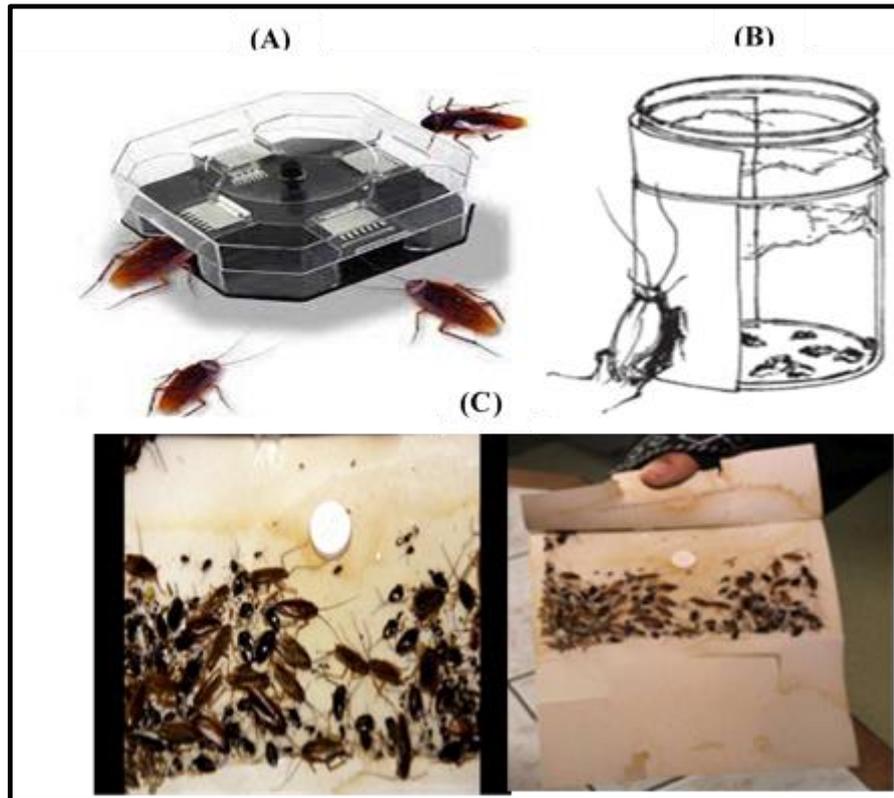


Figure 10. Quelques modèles de piège. **(A)** : Piège mécanique élaborer contenant un aliment attractif. **(B)** : Papier gluant recouvert de blattes prises au piège : le piège contient un produit chimique attractif. **(C)** : Piège constitué d'un simple bocal garni de raisins secs comme appât : une feuille de papier facilite l'entrée des blattes. Cafards (source : <https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images>, consulté le 29/05/2022)

*Chapitre II : Etude ethnobotanique
de Ricinus communis.*

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

II.1. Présentation et description de l'espèce.

II.1.1. 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.1.2. 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 *et al.*, 2012). En Inde aussi, plusieurs appellations selon les régions tel que Erandah, Amudam, Erandi et Arand (Poonam *et al.*, 2008). Le ricin est appelé également kharouâa en Algérie.

II.1.3. 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 ; Lendent & Mairesse, 2008). Les plantes originaires d'Afrique tropicale sont répandues dans le monde entier 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 des plantes est très variable (Lagnika, 2005 ; Dumeignil, 2012 ; Belharrane-Boumaza, 2014). Selon la variété et la maturation de la plante, les feuilles sont verte ou rouge (figure 11).



Figure 11. *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.1.4. 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.1.5. 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 12), portées par de longs tiges et forts pétioles glanduleux vers leur apicale (García *et al.*, 1999 ; Wan, 2006 ; Boudeguig & Gouiadia, 2020).



Figure 12. Types des feuilles de *Ricinus communis* (Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.1.5.1. 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 13). La floraison a lieu en été (Shifriss, 1966 ; William *et al.*, 1967 ; Belharrane-Boumaza, 2014 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

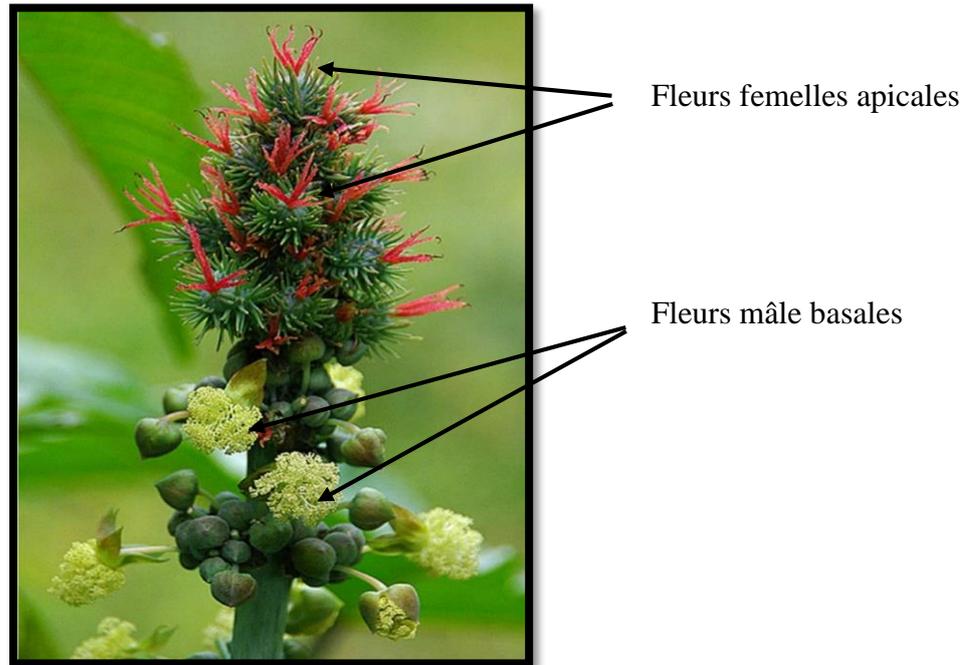


Figure 13. Inflorescence chez le ricin ; Fleurs femelles apicales et fleurs mâle basales (Prat *et al.*, 2005 ; Ghnimi, 2018).

II.1.5.2. 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.1.5.2.1. Les fruits.

Les fruits sont des capsules trilobulaire (composée de 3 lobes) hérissées de pointes (parfois absentes), qui s'ouvre par déhiscence septicide. Les capsules contiennent généralement 3 graines (figure 14), 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).

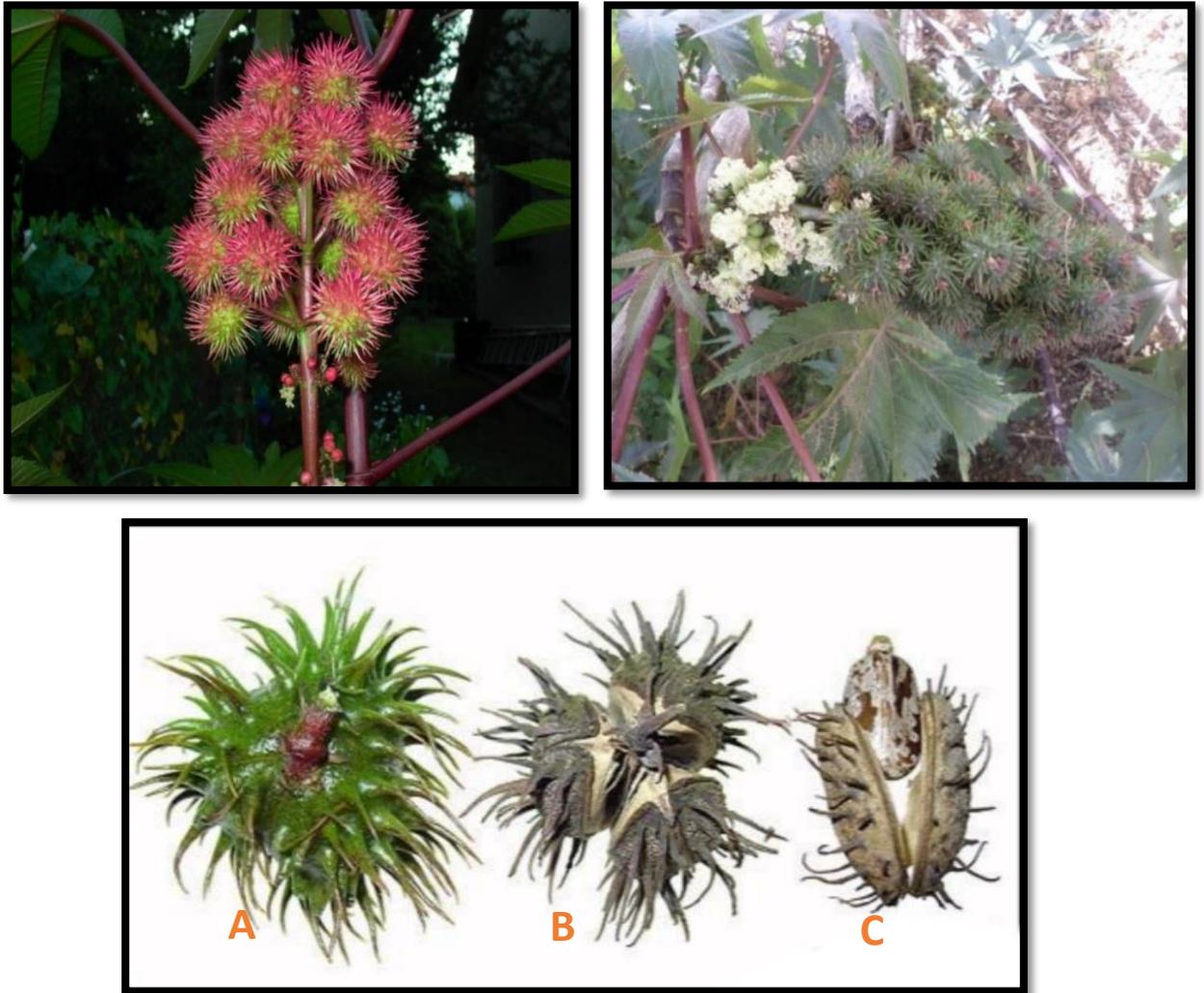


Figure 14. Structure du fruit triloculaire chez *Ricinus communis* (Prat *et al.*, 2005).

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.1. 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 15). 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.

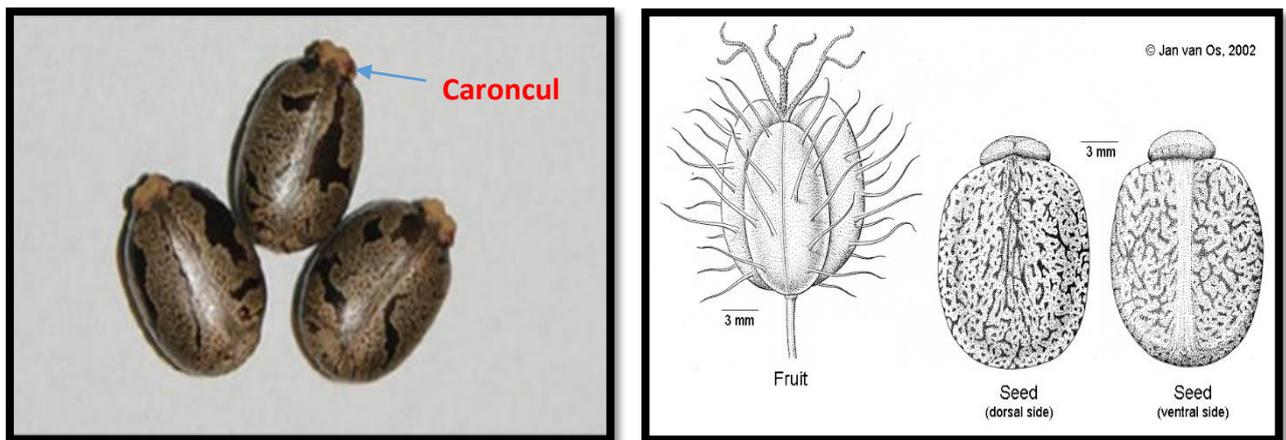


Figure 15. Graine de Ricin avec sa caroncule au sommet (Van-Welzen, 2001).

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

II.1.6. Distribution biogéographique de l'espèce.

II.1.6.1. 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.1.6.1.1. 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 îles de l'océan Indien (Maroyi, 2007 ; Boudeguig & Gouaidia, 2020).

II.1.6.1.2. Répartition en Algérie.

Le Ricin pousse spontanément en Algérie, en effet il pousse librement dans le lit des oueds 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.1.7. Conditions édaphoclimatiques.

II.1.7.1. 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.1.7.2. 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-silicieux), 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.1.8. 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.1.9 Utilisation du ricin.

II.1.9.1. 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.1.9.2. 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 (flavonoïdes)

diminuerait le risque des maladies les plus mortelles : l'infarctus, l'insuffisance cardiaque, le cancer et le diabète (Tyagi *et al.*, 2015 ; Polito *et al.*, 2016 ; Ahl-Hussein *et al.*, 2022 ; Herawati *et al.*, 2022).

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.1.9.3. 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.) (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.1.10. 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 gentsique, 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.1.10.1. Propriétés physico-chimiques.

II.1.10.1.1. 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 16), qui est chimiquement une molécule de glycérol estérifié avec un acide gras (Barbosa *et al.*, 2010) dont l'acide ricinoléique c'est l'acide gras principal (Jumat *et al.*, 2010).

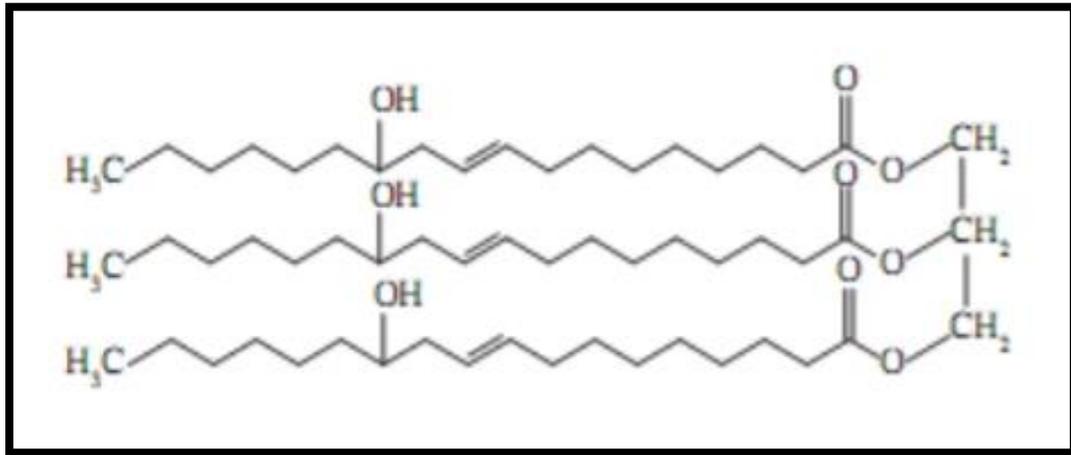


Figure 16. Structure de l'huile de ricin (Cangemi *et al.*, 2008).

II.1.10.1.2. Ricine.

La ricine est une protéine hétérodimérique constituée de 1% à 5% des protéines totales des graines de *Ricinus communis L* (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 17). 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 très proches. Liée par un pont de disulfure à une fraction B, qui possède 262 acides aminés, fait partie de la famille des lectines, une glycoprotéine ayant une affinité spécifique pour certaines structures osidiques. La fraction B possède deux sites de reconnaissance pour le galactose (Aubry, 2012).

Du point de vue physico-chimique, la ricine est cristallisable, soluble dans l'eau et le chloroforme, mais insoluble dans l'éthanol, inodore et sans saveur (Dumeignil, 2012).

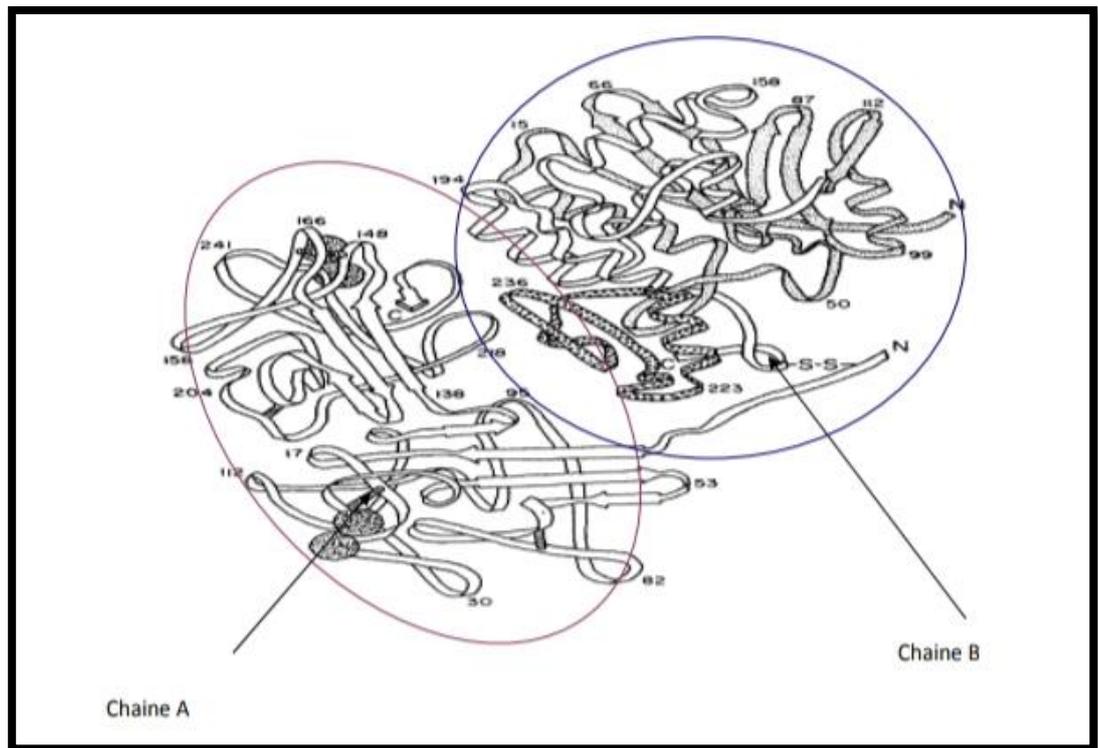


Figure 17. Structure de ricine (Montfort *et al.*, 1987).

II.1.10.1.3. La ricinine.

La ricinine, de formule chimique $C_8H_8O_2N_2$ (figure 18), c'est une toxine alcaloïde (poids moléculaire = 164,2 g/mo et point de fusion 201,5°C), appartenant au groupe des alcaloïdes pyridine-carbonitrile (Coopman, 2009). On le trouve en petites quantités dans toutes les parties de la plante y compris les graines 0,77 % (Audi *et al.* 2005 ; Worbs *et al.*, 2011). Contrairement à la ricine, la ricinine ne peut pas être inactivée par un traitement thermique conventionnel en raison de sa résistance à haute température (Worbs *et al.*, 2011). La ricinine peut être co-extractée avec la ricine, elle peut être utilisée comme marqueur de substitution pour le suivi des intoxications causées par des extraits de plantes (Darby *et al.*, 2001 ; Lopez *et al.*, 2017 ; Robert-Koch, 2017).

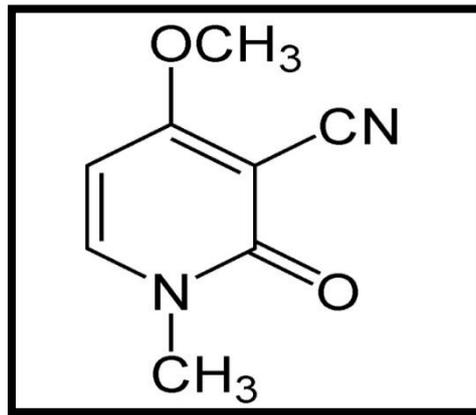


Figure 18. La structure chimique de ricinine (Anete *et al.*, 1999).

II.1.11. 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 1-20 mg/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.1.11.1. 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 (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 19). 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 20).

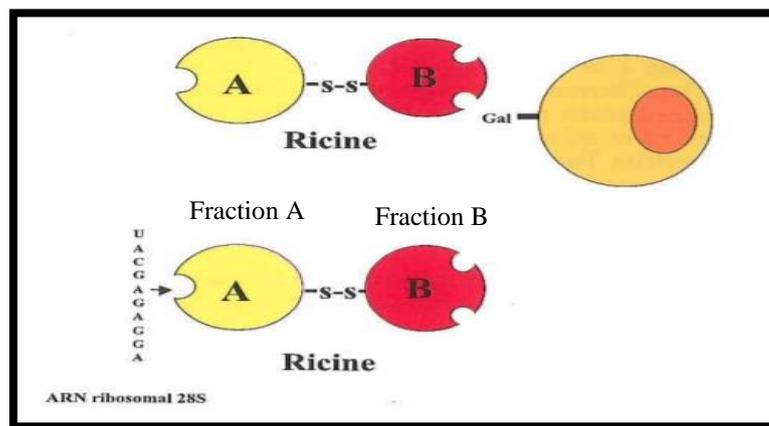


Figure 19. Schéma de la structure de la ricine et de ses sites de fixation (Sandvig *et al.*, 2013).

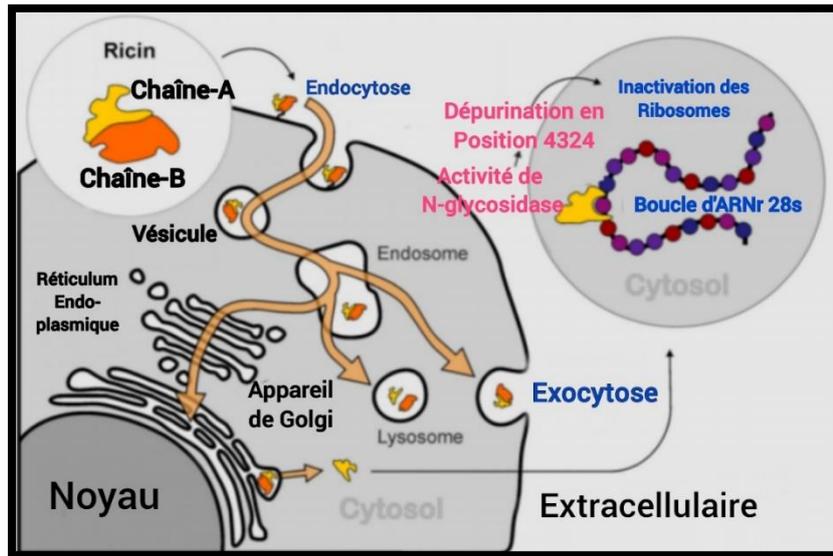


Figure 20. Schéma du transfert intracellulaire de la ricine vers ses sites d'action, les Ribosomes (Franke *et al.*, 2019).

II.1.12. Lutte biologique et activité bioinsecticide.

II.1.12.1. 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. Sharma *et al.*, (1990) ont montré que le ricin peut être utilisé comme un insecticide efficace, pour lutter contre les termites (fourmis blanches) qui endommagent le bois de *Mongifera indica* et *Pinus longifolia*. Les travaux de Ghnimi *et al.*, (2014) ont démontré que le mélange des extraits aqueux de feuilles et de graines du ricin a 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 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). Un large spectre de l'extraits aqueux des feuilles de cette plante 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). Une activité insecticide de ces extraits est également approuvée chez les

pucerons *Heteroclarias* (Olamiposi., *et al.*, 2022 et *Macrosiphum rosae* (El Haddad *et al.*, 2022). 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 Mayad *et al.*, (2006) ont approuvé qu'avec ses qualités nutritives *Ricinus communis* possède des propriétés *nématicides*. Adomako & Kwoseh, (2013) ont également démontré le potentiel *nématicide in vitro* de l'extrait de feuilles de *R. communis* contre les nématodes des racines de la tomate (*Me/oidogyne 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*.

L'huile extraite des graines de *R. communis* s'est avéré très efficace contre les fléaux. En effet, selon Tounou *et al.*, (2011) cette l'huile s'est avéré très toxique pour lutter contre les larves de *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), il cause la mortalité de 54 à 71 % de la population et réduit l'oviposition chez cet insecte. 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). Les huiles de cette plante ont montré dans des travaux récents, une forte toxicité à l'égard de plusieurs espèces d'insectes coléoptères, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum* et *Oryzaeaephilus surinamensi* (Adel *et al.*, 2022). Les travaux de Sadiq & Al-nadawi (2022) ont également approuvés l'efficacité de cette l'huiles végétales pour lutter contre des coléoptères *Tribolium castaneum* et *Rhyzopertha dommica*.

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). Rina *et al.*, (2022) ont enregistré une activité insecticide très forte des graines de *Ricinus communis*, contre *Abroma augusta* et *Bombax ceiba*, des insectes nuisibles qui affectent la croissance de l'aubergine. Avec ses qualités nutritives *Ricinus communis* possède des propriétés *nématicides* (Ferji *et al.*, 2006).

*Chapitre III: Présentation
de bicarbonate de sodium*

Chapitre III : présentation de bicarbonate de soude

III.1. Historique.

A l'époque de l'Antiquité, les égyptiens utilisaient le natron. Le natron est un minéral composé de bicarbonate de sodium et de carbonate de sodium. Ils obtenaient le natron de l'évaporation des lacs salés et l'utilisaient pour se frotter le corps comme un savon et pour en faire des onguents. Le natron servait aussi à la conservation des momies (Nichols, 2006). Par la suite, en 1791, le procédé de fabrication du bicarbonate a vu le jour avec Nicolas Leblanc, chimiste français, élaborait pour la première fois le bicarbonate de sodium tel qu'il existe aujourd'hui. En 1846, le Dr Austin Church et son gendre John Dwight créent à coté de New-York la société Church & Dwight, qui exploite la première méthode de raffinage industriel du carbonate de sodium. Cette méthode permet d'obtenir du bicarbonate de sodium à partir du Trona (espèce minérale caractéristique des produits d'évaporation des lacs, souvent à eaux saumâtres, des régions désertiques). Par ailleurs, Ernest Solvay lance sa première usine de fabrication du bicarbonate de sodium en 1863 en Belgique, par un nouveau procédé combinant deux matières premières minérales naturelles : le sel géologique (appelé sel gemme) et le carbonate de calcium (appelé craie ou calcaire). Ce procédé est encore aujourd'hui le plus employé dans le monde, et le seul employé en Europe. (Yankell *et al.*, 1999 ; Guermoul *et al.*, 2020).

III.2. Appellations.

Selon le contexte ou l'époque, le bicarbonate de sodium fut appelé de divers manières, anciennement bicarbonate de soude ou carbonate monosodique ou carbonate acide de sodium. En nomenclature moderne sodium bicarbonate (médecine), sodium hydrogen carbonate ou l'hydrogénocarbonate de sodium (chimie), carbonic acid monosodium salt, bicarbonate of soda, baking soda ou bread soda (anglo-saxon). Il est aussi parfois appelé sel de Vichy, car c'est le minéral principal de l'eau de Vichy (Gilman *et al.*, 1980 ; Valkenburg *et al.*, 2019).

III.3. Propriétés physico-chimiques.

Le bicarbonate de sodium est un composé chimique inorganique décrit par la formule brute NaHCO_3 (Figure 21). C'est une poudre cristalline blanche, inodore (Figure22). Le

carbonate de sodium est très soluble dans l'eau (solubilité maximale : 332,1 g de Na_2CO_3 par kilogramme de solution à 35,37 °C soit 448 g par litre de solution).

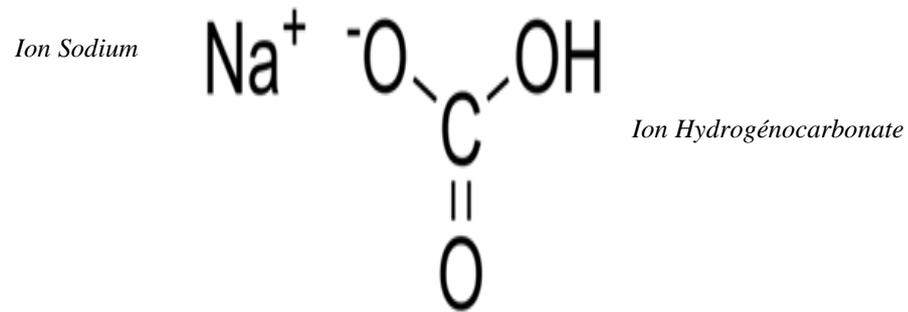


Figure 21. Formule chimique du bicarbonate de sodium
(Source : www.greelane.com , consulté le 26/03/2022)



Figure 22. Bicarbonate de sodium.
(Source : www.greelane.com , consulté le 26/03/2022).

On trouvera dans le tableau 3 quelques caractéristiques des Propriétés physico-chimiques du bicarbonate de sodium (Malik et Goyal, 2006 ; Gawande *et al.*, 2008 ; Nicolas, 2010 ; Nicolas, 2018).

Tableau 3 : Caractéristiques des propriétés physico-chimiques du bicarbonate de sodium.

Propriétés	Caractéristiques
Une substance tampon	Il stabiliser le pH (potentiel hydrogène).
Un agent adoucissant	Le bicarbonate de sodium dissous dans l'eau, évite aux ions calcium de précipiter en calcaire (permettant ainsi de réduire la consommation de savon et d'autres détergents).
Un agent levant	en libérant du dioxyde de carbone (CO ₂) qui sera piégé par le gluten, la protéine élastique de la farine de blé, en augmentant de ce fait le volume de la pâte.
Un abrasif doux	Les cristaux du bicarbonate de soude se dissolvent aisément avant de risquer d'endommager les surfaces. Cette caractéristique en fait un agent nettoyant très efficace et sans agressivité.
Un piège à odeurs	Certaines odeurs désagréables sont générées par des substances fortement basiques ou acides. L'effet tampon exercé par le bicarbonate de sodium rééquilibre par une action chimique l'environnement dans lequel les odeurs se développent.
Un fongistatique et un bactériostatique	Il ne tue les moisissures ou les bactéries mais plutôt bloque efficacement leur développement.
Un savon anti-pesticide	Pour nettoyer les résidus de pesticides sur nos fruits et légumes.
Formule chimique	NaHCO ₃
Forme physique	Poudre ou granulés blancs. Inodore
Poids moléculaire	84,0066 ± 0,0018 g/mol , C 14,3 %, H 1,2 %, Na 27,37 %, O 57,14 %, 84,01 g/mol
Masse volumique	2,20 g·cm ⁻³ à (20 °C, 2,22 g·cm ⁻³
Température de fusion	270 °C (décomposition en NaOH par perte de CO ₂ mais bicarbonate avec traces d'acides se décompose lentement dès 50 °C en solide Na ₂ CO ₃ , gaz CO ₂ et vapeur d'eau
Système cristallin	Monoclinique
Pka :CO _{2(aq)} /HCO ₃ ⁻	pKa ₁ =10,33, pKa ₂ =6,33 (couples HCO ₃ ⁻ / CO ₃ ²⁻ et CO ₂ dissous / HCO ₃ ⁻)
Solubilité dans l'eau	87 g·l ⁻¹ (eau, 20 °C) Insol, dans EtOH et alcool 95% à 0°C est 6,9 g/100 g d'eau et 16,4 g/100 g d'eau à 60°C

III.4. Production et synthèse.

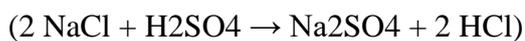
Le bicarbonate de soude de par l'intérêt grandissant qu'il suscite, nombreuses ont été les recherches d'aboutir à une production industrielle de masse. Ainsi des chimistes comme Nicolas Leblanc et Ernest Solvay mirent respectivement au point le procédé en 1789 et en 1863 afin de répondre à la demande (Perrin & Scharff, 1997).

III.4.1. Principe du procédé de Nicolas Leblanc (Chimiste Français, 1742-1806).

Le procédé Leblanc permettait d'obtenir du carbonate de sodium à partir de sel marin et de carbonate de calcium (qu'on trouve dans la craie et le calcaire). Ainsi le sel marin est chauffé avec de l'acide sulfurique, cette réaction donne du sulfate de sodium et de l'acide chlorhydrique. Le sulfate de sodium obtenu est mélangé avec du charbon de bois, puis de la craie (ou carbonate de calcium CaCO_3), qui sont alors "cuit" à très haute température. On obtient un mélange solide du carbonate de sodium (Na_2CO_3), du sulfure de calcium (CaS) et du dioxyde de carbone (CO_2). Le carbonate de sodium est soluble dans l'eau, il est alors récupéré par dissolution dans l'eau puis par l'évaporation de l'eau (Perrin & Scharff, 1997).

Le procédé Leblanc démontré dans la figure 23 peut être résumé par les équations globales suivantes :

α Traitement du sel marin



α Calcination ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 + 2 \text{ C} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS} + 2 \text{ CO}_2$)

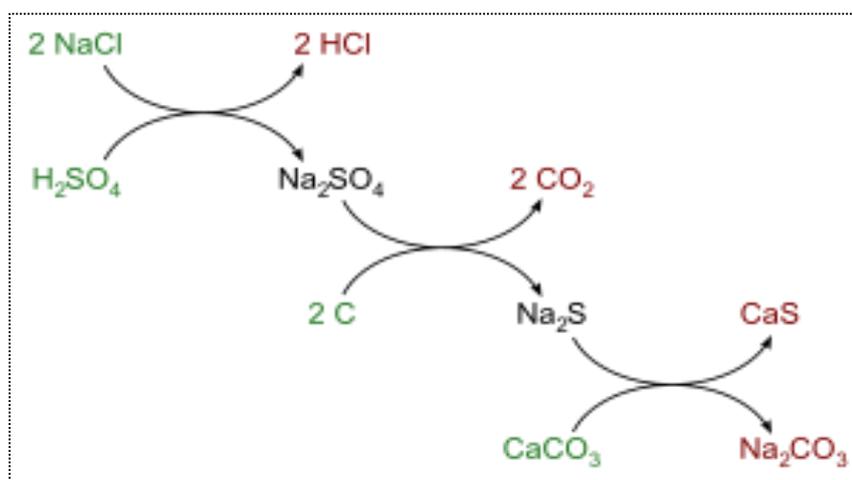


Figure 23. Schéma simplifié le procédé de de Nicolas Leblanc (Perrin et Scharff, 1997 (vert : réactifs, noir : intermédiaire, rouge : produits)).

III.4.2. Principe du procédé de Ernest Solvay (chimiste bruxellois, 1838 – 1922).

Le procédé Solvay était le principal procédé industriel employé au vingtième siècle. Il utilise comme matières premières le sel ordinaire, NaCl, et le calcaire, CaCO₃. L'ammoniac NH₃ intervient comme une matière secondaire dans le processus car elle est entièrement régénérée et recyclée (Claude Breton, 2002).

Le procédé peut être résumé par l'équation globale suivante :



En partant de l'observation que, lors de la mise en contact d'une solution aqueuse saturée en NaCl et préalablement rendue basique avec du gaz carbonique (CO₂), on pouvait obtenir de l'hydrogénocarbonate de sodium. Le procédé Solvay fait intervenir nombreuse réactions chimiques qui sont relatées dans la figure 24.

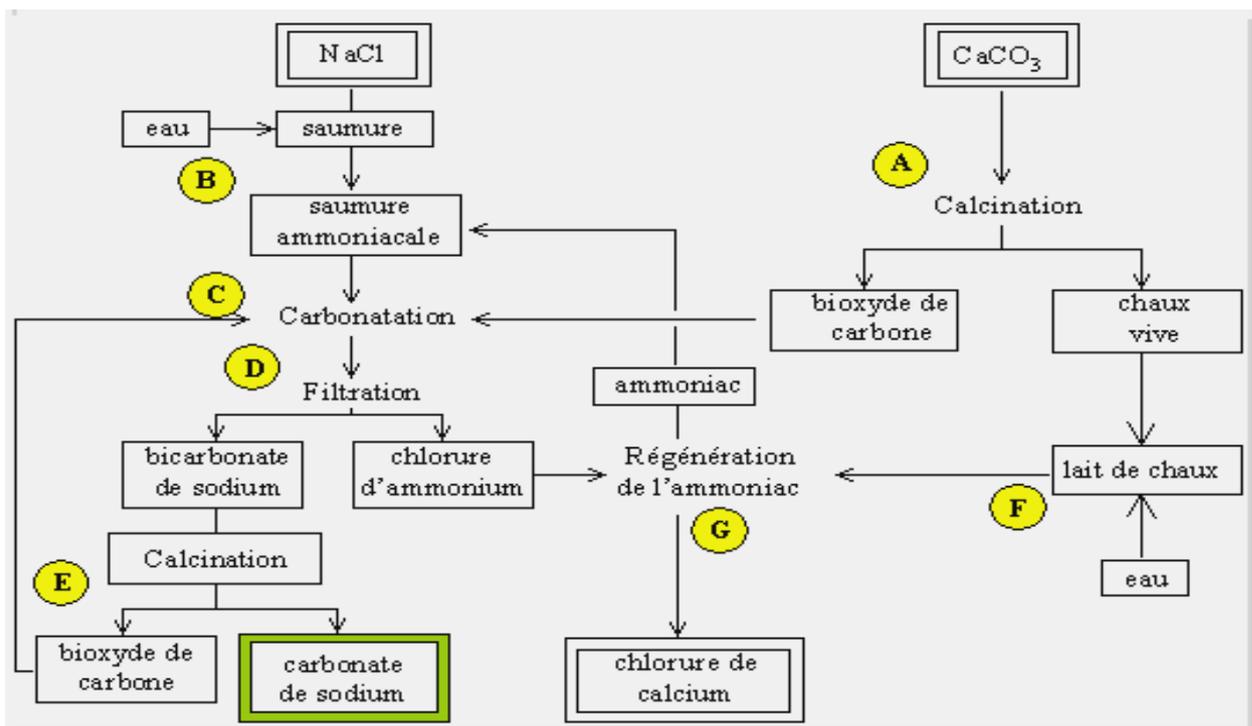


Figure 24. Schéma simplifié le procédé de Solvay (Perrin & Scharff, 1997).

(A : la calcination du calcaire en dioxyde de carbone et chaux vive, B : la saumure est combinée à l'ammoniac pour donner la saumure ammoniacale, C : carbonatation au CO₂ pour aboutir au bicarbonate d'ammonium qui additionné du sel donnera bicarbonate de sodium, D : la filtration ou séparation du bicarbonate de sodium et le chlorure d'ammonium, E : séchage vers les 200°C, F : mobilisation du lait chaud pour régénérer l'ammonium et G : régénération de l'ammonium).

Le procédé Leblanc pose de nombreux problèmes environnementaux, les déchets issus des réactions de transformation, comme le sulfure de calcium CaS, l'acide chlorhydrique HCl, étaient alors rejetés dans la nature. À cause de ses contraintes le procédé Leblanc fut utilisé dans les années 1870, où il fut supplanté par le procédé Solvay, moins polluant et nettement plus économique, qui ouvrait une nouvelle ère industrielle.

III.5. Types de bicarbonate de sodium.

Le bicarbonate de soude existe sous trois principales qualités différentes : technique, alimentaire et pharmaceutique, celles-ci possèdent des critères de pureté différents (Nicolas, 2019).

III.5.1. Le bicarbonate de soude technique.

Le bicarbonate technique peut être utilisé dans la nourriture pour animaux, ainsi que pour le bricolage, l'entretien domestique et ménager, et pour le jardinage. Le taux de pureté de ce bicarbonate ne lui permet pas d'être utilisé pour la consommation humaine, c'est pourquoi, il est qualifié de bicarbonate technique. Pour cette raison, on ne peut pas l'utiliser pour des recettes de cuisine ni à des fins cosmétiques. On ne doit pas le mettre à la portée des enfants. Très populaire, ce produit est facile à se procurer, dans les magasins de bricolage, les drogueries. (Namous, 2016 ; Nicolas, 2019).

III.5.2. Le bicarbonate de soude pharmaceutique.

La qualité de ce bicarbonate permet d'en faire usage de façon sûre pour la cuisine, les nettoyages mais aussi les soins corporels. C'est un bicarbonate qui est polyvalent, avec un usage optimisé également dans le domaine médical. Disponible en pharmacie, le bicarbonate de soude pharmaceutique est classé comme le plus pur parmi les différents types de familles de bicarbonate. Il peut être utilisé dans le contexte médical, car sa fabrication nécessite des opérations complémentaires comme des analyses et des étapes de raffinage poussées. Il est également plus cher à l'achat, en raison de la qualité supérieure et des étapes nécessaires à sa confection. (Valkenburg *et al.*, 2019 ; Ghermoul *et al.*, 2020 ; Mellouli *et al.*, 2021).

III.5.3. Le bicarbonate de soude alimentaire.

Le bicarbonate de soude alimentaire, par définition, peut être utilisé et consommé par l'homme sans aucun risque. Il est traité à un niveau de pureté qui garantit une utilisation saine pour le corps humain. Ce bicarbonate est le plus polyvalent de tous, il peut également être utilisé pour le jardinage, le bricolage et les tâches ménagères (Lochard *et al.*, 2003)

III.6. Utilisations.

Les avantages du bicarbonate de sodium sur la plupart des produits chimiques sont sa sécurité, sa disponibilité et son faible coût. Ce produit miracle possède un large éventail de possibilité d'utilisation, qui n'est guère négligeable à notre quotidien. Du cosmétique aux usages alimentaires en passant par les usages hygiéniques, le bicarbonate de soude alimentaire a toujours été considéré comme un remède de grand-mère, connu depuis très longtemps, ses innombrables propriétés ne cessent d'être découvertes et prouvées (Jennifer, 2019 ; Guermoul *et al.*, 2020).

III.6.1. Usage domestique.

III.6.1.1. Hygiène et soins du corps.

Le NaHCO_3 assure une bonne qualité d'hygiène à notre organisme. En effet il est utilisé lors de bain comme agent antibactérien ou adoucissant, dans les soins du visage. Mais aussi comme champoing, dentifrice ou encore comme déodorant neutre, sous les aisselles par son action antibactérienne du genre *Corynebacterium*. Ces bactéries sont responsables des odeurs de transpiration (Lamp, 1946).

III.6.1.2. Produit d'entretien à la maison.

Dans les maisons il intervient dans le nettoyage comme produit antibactérien, antifongique, désinfectant et antiviral sur les surfaces de contact alimentaire (Drake, 1997 ; Olson *et al.*, 1994 ; Rutala *et al.*, 2000). Ainsi il entretient le linge grâce à sa propriété adoucissante avant et pendant le lavage ; l'on l'utilise également comme agent actif pour ôter la rouille de surface en cas de certaines oxydations (Gail, 2006) ou pour déboucher des canalisations légèrement obturées (Housecroft *et al.*, 2008).

III.6.1.3. Au jardin.

Par son action fongicide, le bicarbonate de soude contribue fortement à l'entretien et au bon développement des plantes de nos jardins. En effet, il est très efficace contre les maladies cryptogamiques, causées par les champignons microscopiques. C'est le cas de la tavelure du pommier due au champignon *Venturia inaequali* (Hirayama, 2022), de l'oïdium de la vigne due au champignon *Uncinula necato* (Gur *et al.*, 2022). Ou encore le mildiou de la tomate, la pomme de terre, la salade ou des courgettes pouvant être causé par des champignons, comme *Bremia lactucae*, *Plasmopara viticola*, *Peronospora pisi*, *Pseudoperonospora cubensis* et *Phytophthora capsici* (Widmark, 2010 ; Magnien *et al.*, 2012 ; Gindro *et al.*, 2014 ; Gilles, 2017). Il existe nombreux travaux récents sur le bicarbonate de soude qui, ont pour objet d'étudier la possibilité de traitement écologique à base du bicarbonate de sodium sur les propriétés des fibres végétales et recherche de solutions pour remédier au manque de compatibilité entre les renforts naturels et les matrices polymères. Cette étude regroupe un certain nombre d'aspects sur la préparation de matériaux à base de ressources renouvelables, composites biodégradables (fibres et matrices) et les changements sur les propriétés mécaniques et la composition chimique des fibres se produit lorsque les fibres extraites sont traitées avec une solution à 10% en poids de bicarbonate de sodium pour différents traitements et différentes températures. Il a été observé que les fibres traitées présentent des améliorations notables des propriétés mécaniques par rapport aux fibres non traitées (Beldjoud, 2020).

III.6.2. Usage alimentaire.

Dans l'industrie alimentaire, il est utilisé dans la fabrication des boissons et eaux gazeuses pour son rôle de générateur potentiel de gaz carbonique. Dans la pâtisserie, comme agent de levuration en tant que levure chimique. Par ailleurs, dans la cuisine traditionnelle, il est l'ingrédients de plusieurs recettes, pour conserver les propriétés et couleurs de certains légumes lors des cuissons. Également, en raison de sa réaction avec la chlorophylle, le bicarbonate de soude est aussi efficace pour nettoyer les fruits et les légumes des pesticides déposés sur leur peau (Nicolas, 2019).

III.6.3. Usage médical.

En médecine, il est utilisé par voie intraveineuse, servant à l'alcalinisation des patients, souffrants d'acidose métabolique. Le bicarbonate de sodium, par son action

tampers, sa mobilisation permet de réguler l'acidose, maintenant ainsi un pH constant. En tant qu'antiacide et agent alcalinisant il soulage les maux d'estomac dus aux acidités gastriques (Yang *et al.*, 2017 ; Djamena *et al.*, 2022). On l'utilise également dans le traitement de diarrhée sévère qui est souvent accompagnée d'une perte importante de bicarbonate et aussi dans le traitement de certaines intoxications ou empoisonnements médicamenteux (Claire, 2019).

III.6.4. Lutte contre les incendies.

Le bicarbonate de sodium est présent dans les poudres sèches anti-incendie, les extincteurs d'incendie. Il est également efficace contre les feux d'hydrocarbures liquides comme l'essence, mais aussi les feux d'huile ou liés à l'électricité lesquels il ne faut jamais essayer de maîtriser avec de l'eau. En effet l'action d'une substance inerte, comme le gaz carbonique et empêche le comburant d'atteindre le carburant, causant l'étouffement du feu (Nicolas, 2014).

III.6.5. Usage contre les nuisibles.

Il existe plusieurs méthodes d'utilisation du bicarbonate de soude pour débarrasser les lieux des nuisibles (Nicolas, 2015 ; Pauline, 2017 ; Tremblay, 2019 ; Guermoul *et al.*, 2020 ; Mellouli *et al.*, 2021). La combinaison de bicarbonate de sodium avec le sucre en poudre en quantités égales attirera plus facilement les nuisibles et augmente ainsi l'efficacité du produit (Rutala *et al.*, 2000 ; Azuma *et al.*, 2022). Aussi le mélange de bicarbonate de sodium avec de la farine et/ou du lait concentré sucré à parts égales, forme une pâte homogène très efficace contre les nuisibles (Nicolas, 2015).

Il s'agit d'un pesticide naturel à effet déshydratant. Ainsi, en ingérant le bicarbonate, l'organisme de l'insecte cible va s'assécher de l'intérieur en entraînant par conséquent la mort de ce dernier (Sarah, 2019). Les travaux de Mirrakhimov *et al.*, (2017) ont montrés que les doses excessives de bicarbonate de sodium bloquent les canaux de sodium, provoquant son augmentation dans le sang. L'inhibition de ces canaux peut entraîner le dysfonctionnement physiologique, l'alcalose métabolique, des anomalies électrolytiques, la tétanie musculaire, menant à la paralysie et enfin la mort de l'insecte (Mirrakhimov *et al.*, 2017 ; Sarah, 2019 ; Mehlenbacher *et al.*, 2020). Un effets acaricide est encore noté par Nicolas (2019).

D'autre part, plusieurs travaux antérieurs ont montré que le bicarbonate de sodium, possède des propriétés bactériostatiques et fongistatiques, en bloquant le développement des bactéries et des champignons microscopiques comme les moisissures , mycoses et levures (Malik & Goyal 2006 ; Gawande *et al.* 2008). Un effet antiviral (virucide) sur les surfaces de contact alimentaire et aussi signifie (Malik & Goyal 2006), ou encore l'effet antiseptique enregistré par Hasimuna *et al.* (2020).

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

Chapitre IV : Matériel et Méthodes

IV.1. Objectif de travail.

Dans ce contexte, s'inscrit le présent travail dont l'objectif essentiel consiste d'évaluer l'effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium chez les femelles adultes de *Blattella germanica*. Cette espèce, caractérisée par un fort potentiel reproducteur très élevé, sa résistance aux conditions extrêmes et son intérêt dans le domaine médical, représente ainsi 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 ces deux composés sur le processus de reproduction de ce fléau. Ainsi des paramètres biochimiques, à savoir le contenu en protéines et glucides des ovaires sont considérés et ceux aux différents âges (2, 4 et 6 jours) du cycle gonadotrophique, afin de mettre en évidence la perturbation de la vitellogénèse.

.

IV.2. Matériels et Méthodes.

IV.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 25). Les ovarioles sont caractérisés par l'existence de deux zones fonctionnelles, le germarium apical et le vitellarium, 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 (Cassier *et al*, 1997).

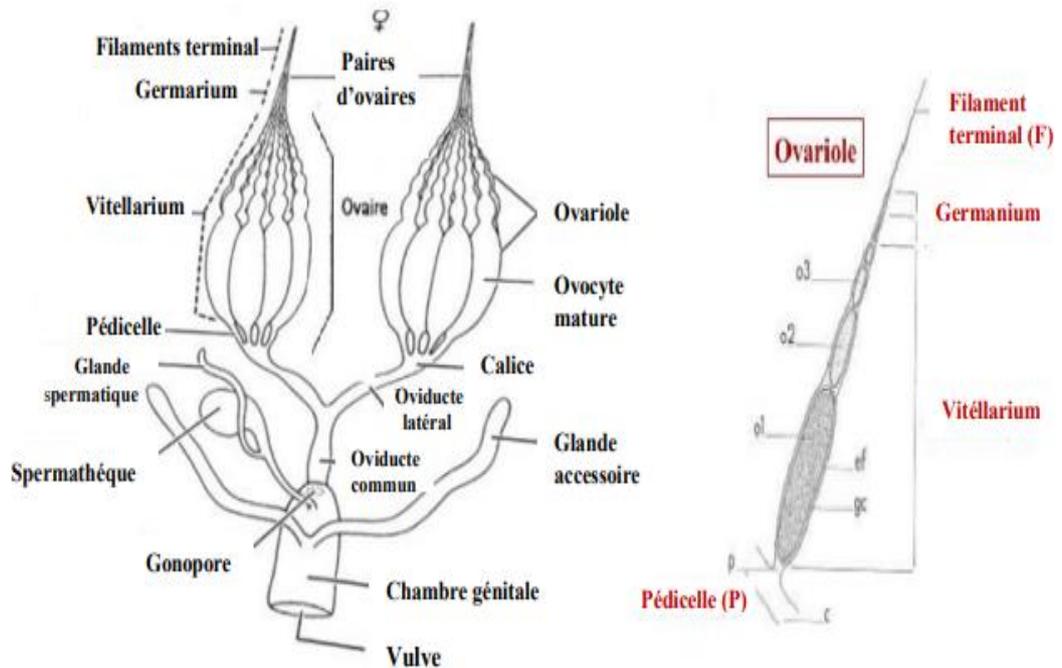


Figure 25. Appareil reproductrice de *Blattella germanica*.

(Source : <https://www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects>, Consulté le 20/03/2022). **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.

IV.2.2. Matériel Végétale.

IV.2.2.1. Présentation de *Ricinus communis*.

Ricinus communis, appelée habituellement en Algérie kharouâa. Le Ricin pousse spontanément dans le lit des oueds du littoral, sur des hauts plateaux, même au Sahara. Les graines de forme haricots inclus dans la peau de fruit, à l'intérieur de la graine se trouve une amande oléagineuse qui est très toxique qui contient la ricine (Little & Wadsworth, 1974).

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

La récolte des grains de l'arbuste a été réalisée manuellement, pendant le mois de Janvier 2022, de la région de Héliopolis, située à 4 Km de l'Est de la Wilaya de Guelma (figure 26).



Figure 26. *Ricinus communis* (photo personnelle 2022, Guelma).

IV.2.3. Matériel chimique.

IV.2.3.1. Présentation de bicarbonate de soude.

Le bicarbonate de sodium (NaHCO_3) est une poudre cristalline blanche (figure 27), il est classé en tant que sel d'acide. Il a un goût légèrement salé et alcalin. La nahcolite est la forme minérale naturelle du bicarbonate de sodium. À des températures supérieures à 149°C , le bicarbonate de soude se décompose en une substance plus stable composée de carbonate de sodium, d'eau et de dioxyde de carbone. Le bicarbonate de sodium est obtenu à partir d'un magasin d'alimentation général.



Figure 27. Bicarbonate de sodium.

(Source:<https://www.doctissimo.fr/beaute/beaute-naturelle/autres-ingredients-naturels/bicarbonate-de-soude> , consulte le 05/05/2022).

IV.3. Méthodes.

IV.3.1. Méthode de prélèvement des insectes.

Les prélèvements des blattes ont été effectués de différents endroits de la ville (hôpitaux, restaurants, résidences universitaires, et logements). La capture des blattes a été effectuée manuellement en enlaçant des pièges dans les coins là où les blattes sont généralement les plus nombreuses. Les pièges sont des bouteilles en plastique dans lesquelles on met des captivants alimentaires (pommes, des biscuits ou des morceaux de pain) (Figure 28).



Figure 28. Piège pour capter les blattes dans une bouteille plastique (Photo personnelle, 2022).

IV.3.2. Elevage en laboratoire.

L'élevage des blattes a été conduit dans des boîtes en plastiques transparentes contenant 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 29).



Figure 29. Elevage de *Blattella germanica* en laboratoire (photo personnelle, 2022).

IV.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 (figure 30 A, B, C). La dose maintenue est 400 μg /insecte qui présentent la DL50 (dose obtenu après la réalisation du test de toxicité chez *Blattella germanica* par 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 (figure 30 D). 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).

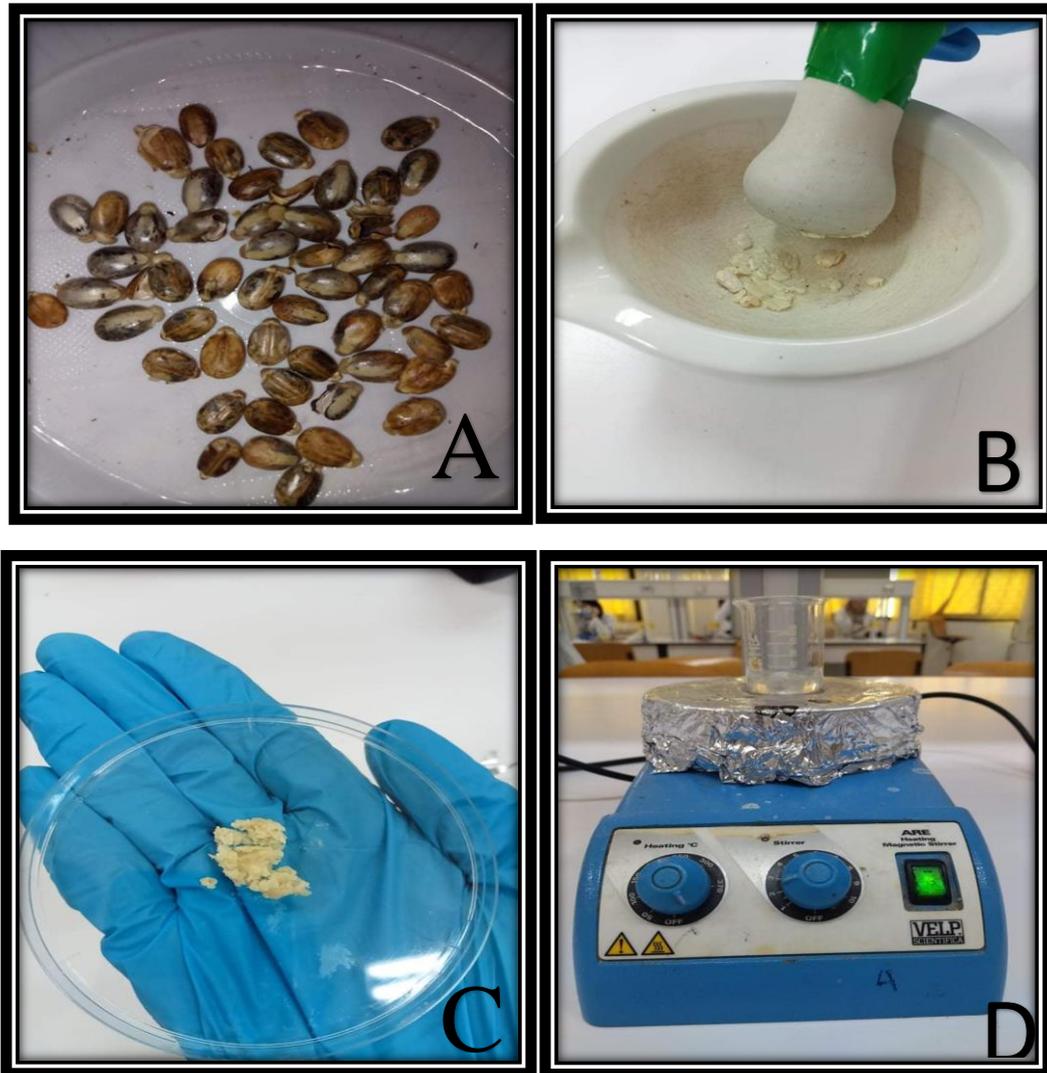


Figure 30. Préparation de la pâte des grains de *Ricinus communis* (photo personnelle, 2022)

IV.3.4. Préparation de la substance chimique de bicarbonate de sodium.

La dose maintenue est 800 mg/insecte qui présente la DL50, doses obtenues après la réalisation du test de toxicité chez *Blattella germanica* (Guermoule *et al*, 2020). La pesée de la dose létale (DL50) du bicarbonate de sodium a été effectuée grâce à une balance de précision, localisée dans le laboratoire. La dose pesée a été mélangée avec de l'eau distillé, ensuite incorporée à 100 g du biscuit écrasé et sertit comme nourriture pour les adultes nouvellement émergés.

IV.3.5. Traitement des insectes et prélèvement des ovaires.

L'administration de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude aux adultes femelles de *B. germanica* nouvellement émergés (0 jour), a été effectuée par ingestion à une DL50 de l'ordre de 400 µg/insecte et 800 mg/insecte respectivement 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 (2, 4 et 6 jours) au cours du premier cycle gonadotrophique. Le prélèvement des ovaires est effectué sous loupe binoculaire après la dissection des insectes (figure.31).

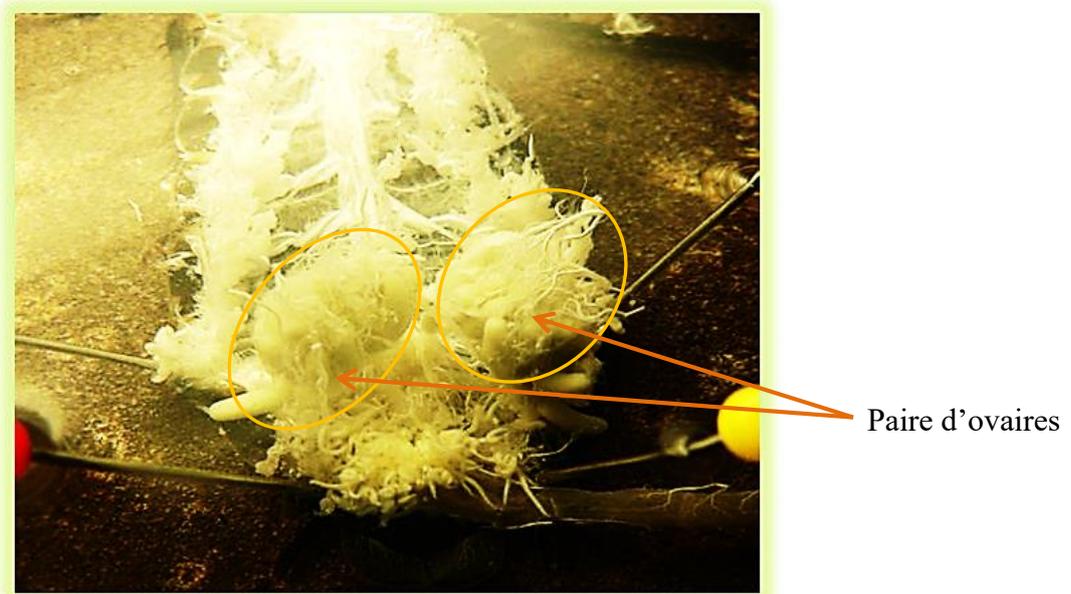


Figure 31. Gonades d'un adulte femelle de *Blattella germanica* nouvellement exuvie (X50), (Source : www.Wikipédia.fr, consulté le 27/04/2022).

IV.3.6. Extraction et dosage des différents constituants biochimiques dans les ovaires.

L'extraction des différents métabolites (protéines, glucides) a été réalisée selon le procédé de Shibko *et al.* (1966) sur les ovaires des femelles adultes témoins et traitées de *B. germanica*, prélevés à 0, 2, 4 et 6 jours et conservés dans 1 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20 % (Figure 32).

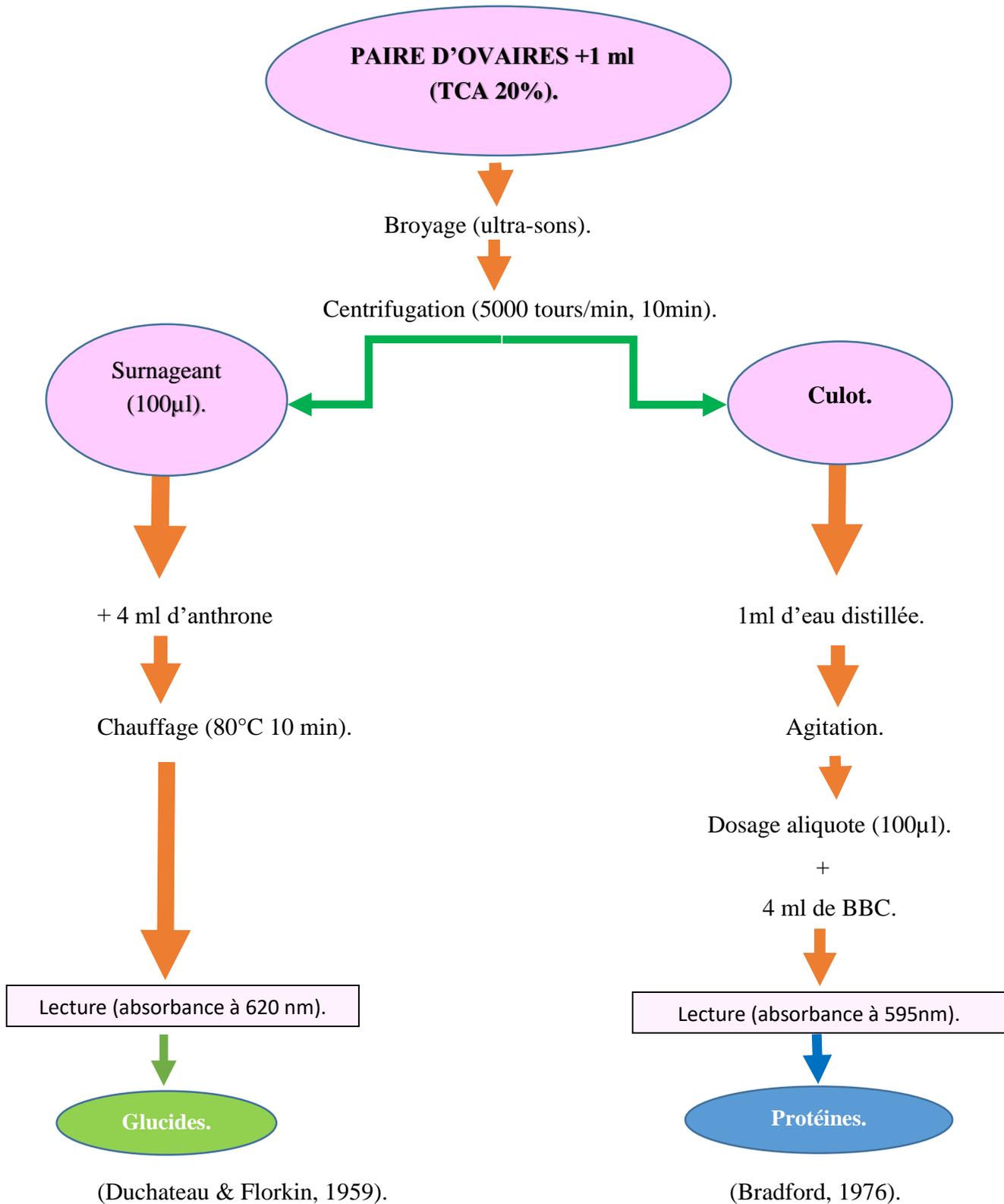


Figure 32. Extraction (Shibko *et al*, 1966) et dosage des métabolites (glucides, et protéines ovariens chez les adultes femelles de *B. germanica*).

IV.4. Dosage des métabolites ovariens.

Tous les dosages ont été effectués sur des fractions aliquotes de 100 µl et les taux des différents métabolites ovariens ont été quantifiés grâce aux équations des droites de régression déterminées à partir des courbes de références après la réalisation de la gamme d'étalonnage.

IV.4.1. Dosage des protéines.

Les protéines ovariennes ont été quantifiées selon la méthode de Bradford (1976) qui utilise le bleu brillant de coomassie G 250 (BBC) comme réactif et l'albumine de sérum de bœuf (B.S.A) comme standard (Merk). La gamme d'étalonnage.

(Tableau 1) a été réalisée à partir d'une solution mère de B.S.A (1 mg/ml). Le bleu brillant de coomassie G 250 (conservation environ 21 jours à 4°C) se prépare comme suit :

- 100 mg de BBC + 50 ml d'éthanol] Agitation pendant deux heures
- 100 ml d'acide orthophosphorique sont alors ajoutés et le tout est complété à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Les absorbances ont été obtenues grâce à un spectrophotomètre et la lecture a été réalisée à une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc de gamme. (Tableau 4)

Tableau 4 : Dosage des protéines ovariennes : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
B.S.A. (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

IV.4.2. Dosage des glucides.

Le dosage des glucides a été réalisé selon Duchateau et Florkin (1959). Cette méthode utilise l'anthrone comme réactif (150 mg d'anthrone, 75 ml d'acide sulfurique et 25 ml d'eau distillée) et le glucose comme standard. La gamme d'étalonnage (Tableau 5) a été réalisée à partir d'une solution mère de glucose (1 g/l). Après addition du réactif, un chauffage au bain-marie (à 80° C pendant 10 mn), permet l'obtention d'une coloration verte.

Les absorbances ont été obtenues grâce à un spectrophotomètre et la lecture a été réalisée à une longueur d'onde de 620 nm contre un blanc de gamme.

Tableau 5 : Dosage des glucides ovariens : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Glucose (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
Anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4

IV.5. 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 sont réalisés à l'aide du logiciel MINITAB d'analyse et de traitement statistique des données (Version 18 pour Windows 16).

- ❖ Pour toutes les séries de données l'égalité des variances a été 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, une transformation logarithmique (ln) des données a été réalisée (Dagnelie, 1998).
- ❖ La régression linéaire, le test « t » de Student ($p \leq 5\%$), l'analyse de la variance à un et deux critères de classification du modèle linéaire généralisé (GLM) permis de mettre en évidence les différences entre les groupes étudiés.
- ❖ Le test HSD (honest significative difference) de Tukey a permis de classer les molécules en groupes selon leurs effets.

Chapitre V: Résultats

Chapitre V : Résultats

V.1. Biochimie de l'ovaire.

Les effets de le *Ricinus communis* (400 µg/insecte) et le bicarbonate de sodium (800 mg/insecte) administrés par ingestion le jour de l'exuviation adulte des femelles de *B. germanica*, ont été évalués, à différents âges de la vie adulte (2, 4 et 6 jours), sur le contenu en métabolites ovariens (protéines et glucides).

V.1.1. Contenu en protéines par paire d'ovaires.

Les concentrations en protéines ovariennes ont été quantifiées à partir de la courbe de référence (Fig. 33).

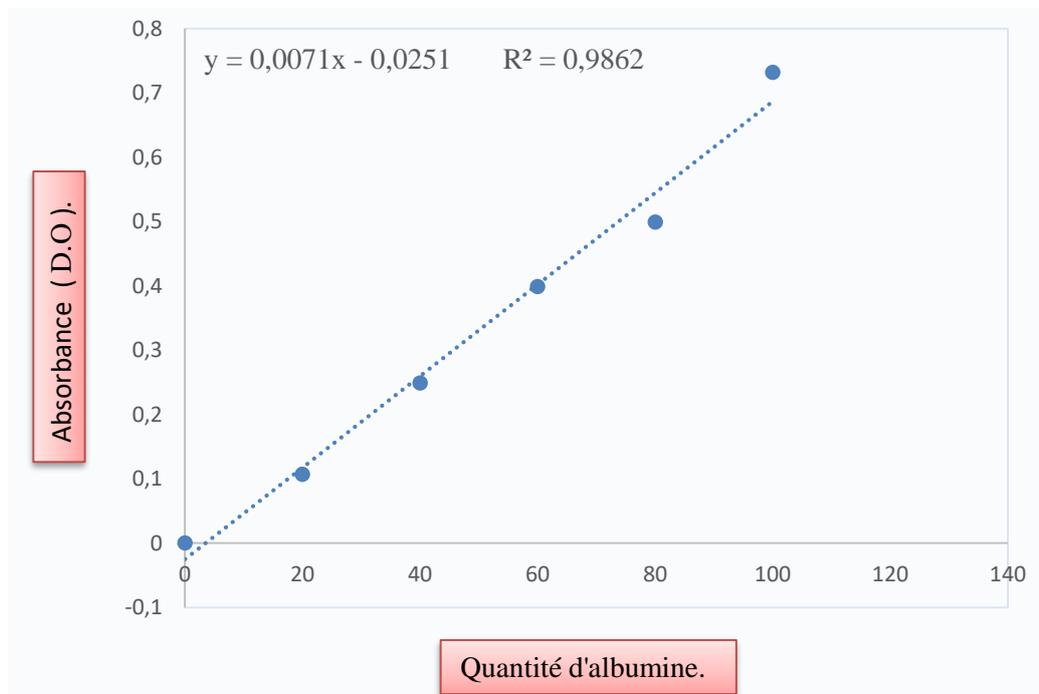


Figure 33. Dosage des protéines ovariennes : droite étalon exprimant l'absorbance à 595 nm en fonction de la quantité d'albumine en µg (Y : équation de régression, R^2 : coefficient de détermination).

V.1.1.1. Effets de *Ricinus communis* sur le contenu ovarien en protéines.

Chez les séries témoins le contenu (µg) en protéines ovariennes des adultes des femelles de *B. germanica* augmente très significativement à 2 (P = 0,003) et 4 jours (P = 0,001) où se produit un pic de l'ordre de 234,76 µg/paire d'ovaires ; une diminution également très significative a lieu ensuite à 6 jours (p = 0,001).

Chez les séries traitées par le *R. communis*, le contenu en protéines ovariennes reste stable entre 2 et 4 jours ($p = 0,07$). Ce contenu diminue ensuite significativement après 6 jours de traitement du cycle gonadotrophique ($p = 0,04$) d'une valeur de l'ordre de 63,5 ($\mu\text{g}/\text{insectes}$).

La comparaison entre les séries témoins et séries traitées révèle une diminution de contenu ovarien en protéines, aux différents âges du traitement du cycle gonadotrophique testées, 2 jours ($p = 0,003$), 4 jours ($p = 0,001$) et 6 jours ($p = 0,001$) (Fig 34).

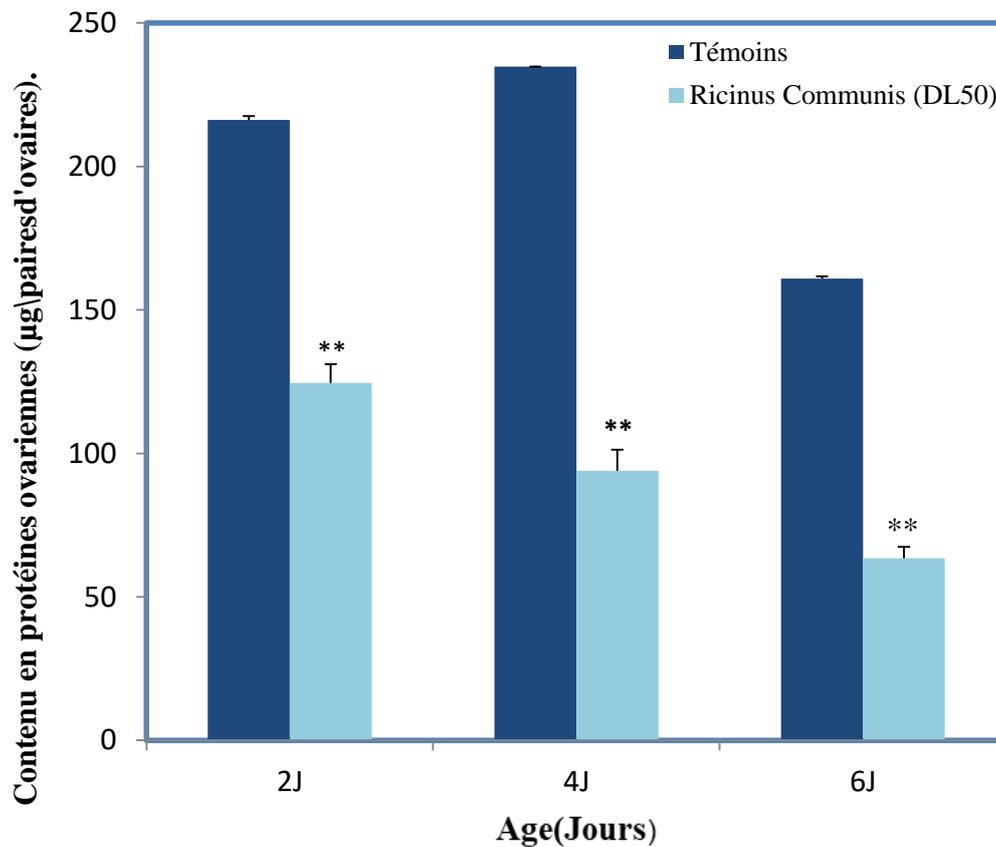


Figure 34. Effet de *Ricinus communis* (DL50) administré par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$; $n = 3-8$).
* Comparaison entre les différentes séries (témoins et traités) pour un même âge.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet traitement, un effet âge et une interaction traitement-âge, hautement significative ($p = 0,0001$) pour la molécule testée sur l'évolution des protéines ovariennes ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) au cours du premier cycle gonadotrophique (détail en annexe 1 : Tableau 1).

V.1.1.2. Effet de bicarbonate de sodium sur le contenu ovarien en protéines.

Chez les séries témoins le contenu (μg) en protéines ovariennes des adultes femelles de *B. germanica* augmente très significativement à 2 ($P = 0,003$) et 4 jours ($P = 0,001$) où se produit un pic qui est de l'ordre de $234,76 \mu\text{g/paire d'ovaires}$; une diminution également très significative à lieu ensuite à 6 jours ($p = 0,001$).

Chez les séries traitées par le bicarbonate de soude le contenu en protéines ovariennes reste stable entre 2 et 4 jours ($p = 0,07$). Ce contenu diminue ensuite très significativement après 6 jours de traitement du cycle gonadotrophique ($p = 0,001$) d'une valeur de l'ordre de $80,4 (\mu\text{g/insectes})$.

La comparaison entre les séries témoins et les séries traitées révèle une diminution du contenu ovarien en protéines, aux différents âges du traitement du cycle gonadotrophique testés, 2 jours ($p = 0,005$), 4 jours ($p = 0,01$) et 6 jours ($p = 0,05$) (Fig. 35).

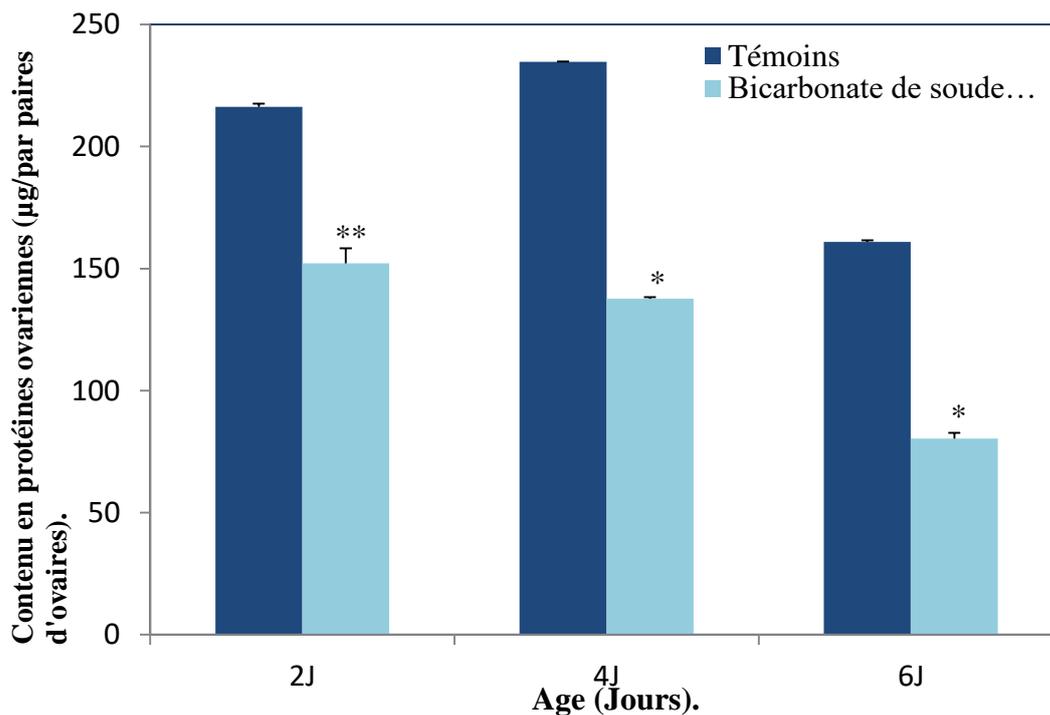


Figure 35. Effet du bicarbonate de sodium (DL50) administré par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$; $n = 3-8$).

* Comparaison entre les différentes séries pour un même âge.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet traitement, un effet âge et une interaction traitement-âge, hautement significative ($p = 0,0001$) après

l'administration du bicarbonate de soude sur l'évolution des protéines ovariennes ($\mu\text{g}/\text{paire}$ d'ovaires) au cours du premier cycle gonadotrophique (détail en annexe 1 : tableau 2).

Le contenu en protéines ovariennes montre des valeurs qui augmentent en début du cycle gonadotrophique chez les femelles témoins de *B. germanica*. Cependant, la diminution enregistrée dès le quatrième jour coïncide avec la ponte. Les faibles valeurs notées après traitement par le *R. communis* et le bicarbonate de sodium sont corrélées avec la baisse du nombre d'ovocyte et l'inhibition de l'évolution de l'ovocyte basal (Khelifi *et al.*, 2021) ; mais cela peut aussi s'expliquer par une perturbation éventuelle de la vitellogénèse.

V.2.1. Contenu en glucides par paire d'ovaires.

Les concentrations en glucides ovariens ont été quantifiées à partir de la courbe de référence (Fig. 36).

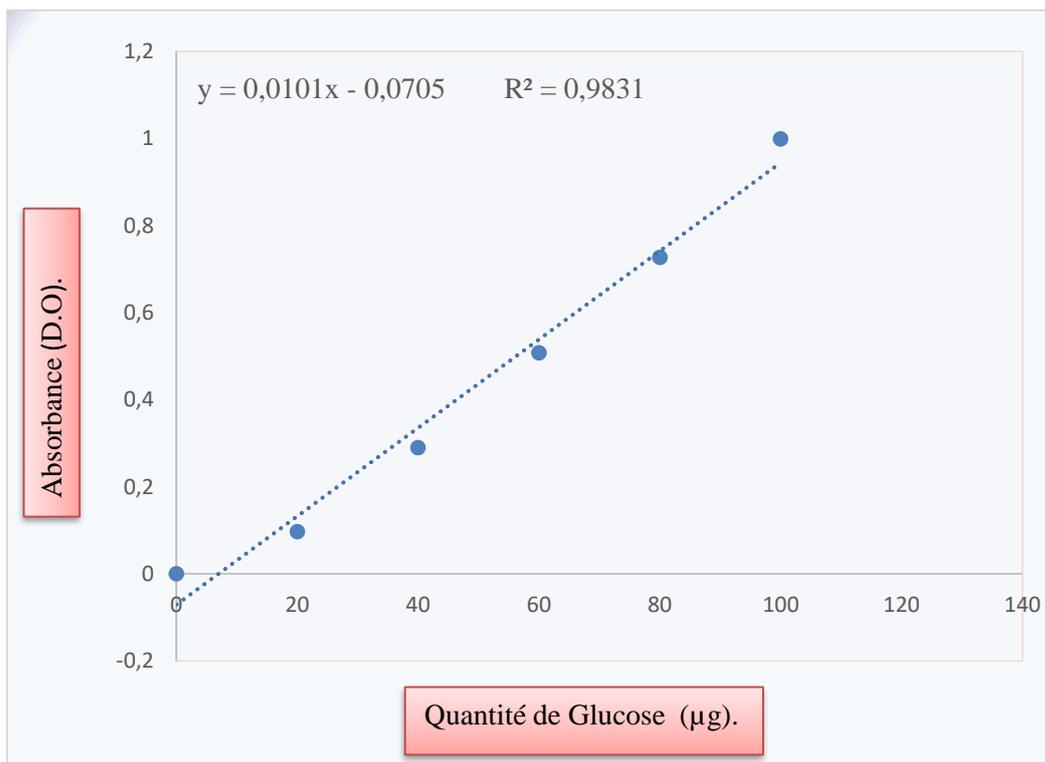


Figure 36. Dosage des glucides ovariens : droite étalon exprimant l'absorbance à 620 nm en fonction de la quantité du glucose en μg (Y : équation de régression ; R^2 : coefficient de détermination).

V.2.1.1. Effet de *Ricinus communis* sur le contenu ovarien en glucides.

Chez les séries témoins, le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) au cours de la maturité sexuelle des adultes femelles de *B. germanica*, augmente d'une manière hautement significative entre 2 et 4 jours ($p = 0,0001$) du cycle gonadotrophique. Cependant une diminution hautement significative est notée après le sixième jours ($p = 0,0001$).

Le *Ricinus communis* affecte le contenu en glucides ovariens (Fig. 37), en réduisant très significativement les quantités en glucides après 2 jours de traitement ($p = 0,008$), ensuite une diminution hautement significative est marquée entre 4 et 6 jours (0,0001).

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre un effet traitement, un effet âge et une interaction traitement-âge, hautement significative pour la molécule testée sur l'évolution des glucides ovariens ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) au cours du premier cycle gonadotrophique (détail en annexe 1 : Tableau 3).

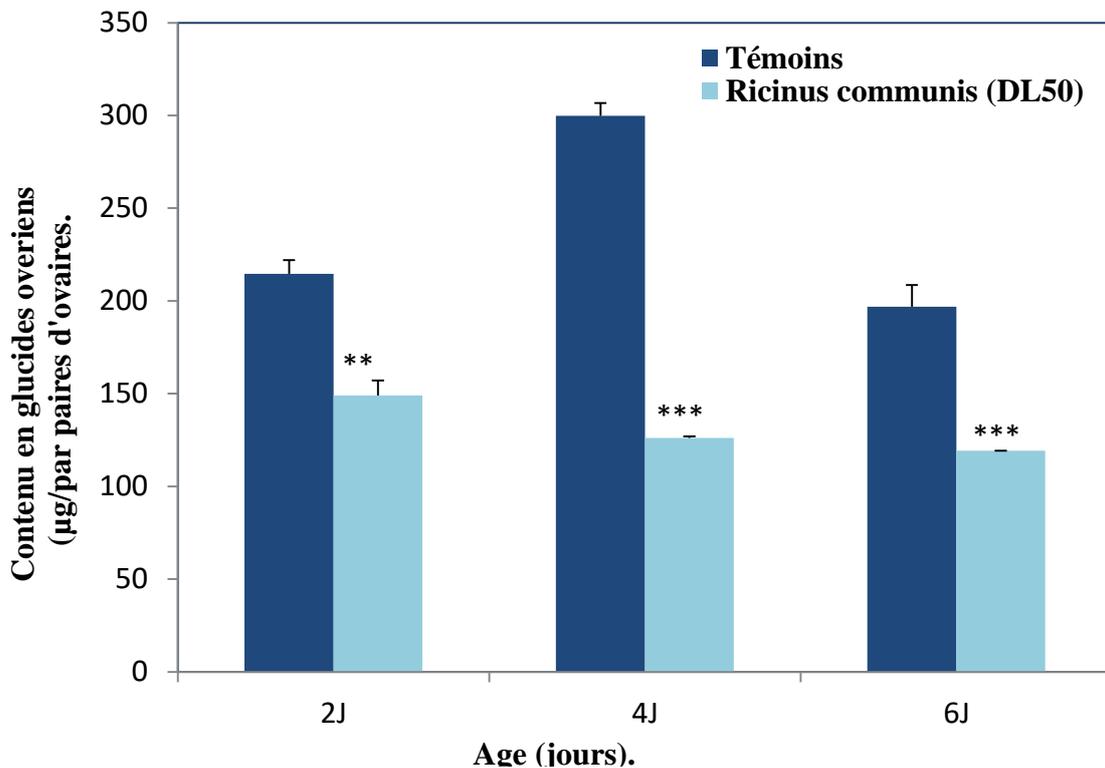


Figure 37. Effet de la *Ricinus communis* (DL50), administré par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* ($m \pm s$; $n = 3-8$).

* Comparaison entre les différentes séries (témoins et traités) pour un même âge.

V.2.1.2. Effet de bicarbonate de sodium sur le contenu ovarien en glucides.

Chez les séries témoins, le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g}/\text{paire d'ovaires}$) au cours de la maturité sexuelle des adultes femelles de *B. germanica*, augmente d'une manière

hautement significative entre 2 et 4 jours ($p = 0,0001$) du cycle gonadotrophique. Cependant une diminution hautement significative est notée après le sixième jours ($p = 0,0001$).

Chez les séries traitées par le bicarbonate de sodium, une diminution significative dans le contenu en glucide est notée au cours de cycle gonadotrophique et ceux pour tous les âges testés 2, 4 et 6 jours ($P = 0,022$).

La comparaison entre les séries témoins et traitées indique que le bicarbonate de sodium affecte le contenu en glucides ovariens à la dose testée, en effet une diminution très significative est enregistrée après le traitement et ceux aux différents âges du cycle gonadotrophique, 2 ($p = 0,008$), 4 ($p = 0,001$) et 6 jours ($p = 0,007$) (Fig. 38).

L'analyse de la variance à deux critères de classification (annexe1 : Tableau 4) confirme les résultats et montre un effet traitement, un effet âge et une interaction traitement-âge, hautement significative ($p = 0,0001$) pour le bicarbonate de sodium sur l'évolution des glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$).

Les faibles valeurs du contenu en glucides ovariens notées après traitement par le *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium peut être corrélées avec la perturbation du processus de reproduction constaté au niveau des paramètres morphométriques réalisés par (khelifi *et al.*, 2021).

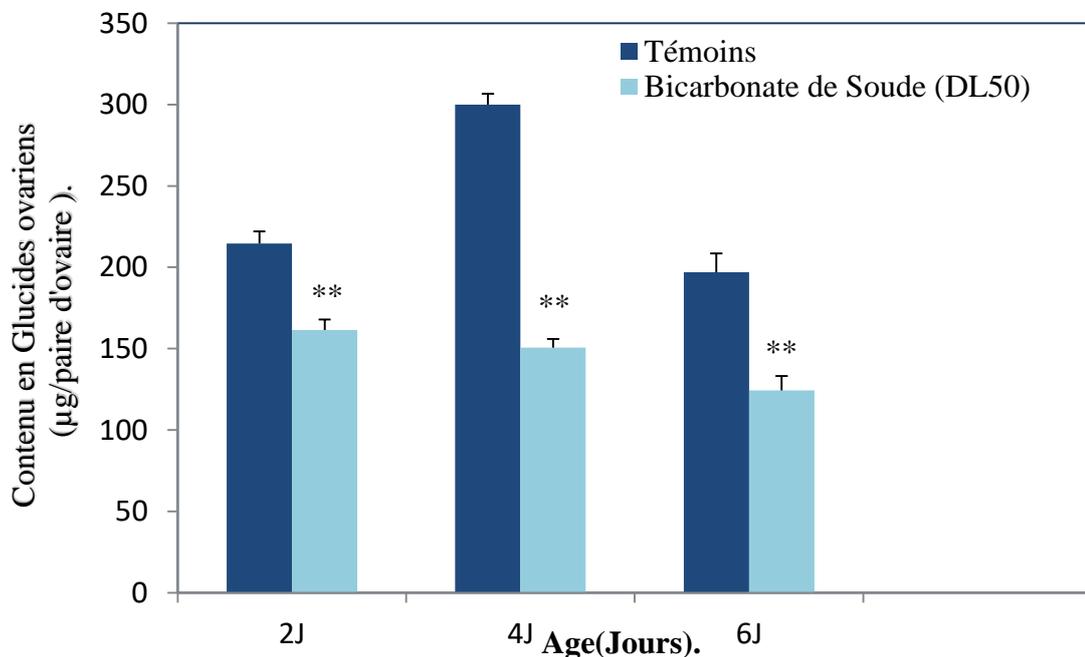


Figure 38. Effet du bicarbonate de sodium (DL50) administré par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *B. germanica* ($m \pm s$; $n = 3-8$).

* Comparaison entre les différentes séries (témoins et traités) pour un même âge.

V.3.1. Comparaison de l'effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium sur le contenu en protéines et glucides ovariens.

V.3.1.1. Comparaison de l'effet des deux composés sur le contenu en protéines.

La comparaison des moyennes deux à deux par le test t de Student, relative aux deux insecticides testés sur le contenu en protéines ovariennes des adultes femelles de *B. germanica* est mentionnée dans le tableau ci-dessous. Les résultats obtenus mentionnés dans le tableau 6 et représentés par la figure 39, montrent des différences très significatives entre les témoins et les traités aux deux insecticides à la dose testée.

L'analyse de la variance à un critère de classification, effectuée pour chaque âge et en fonction des deux insecticides utilisés, montre des différences hautement significatives ($p < 0,000$) entre les traitements à 2, 4 et 6 jours pour à la dose testée (Annexe1 : tableau 5-7).

Tableau 6. Contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les adultes femelles de *Blattella germanica* après traitement à l'émergence à la DL50 par le *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium ($m \pm s$, $n= 3-8$).

Traitement Age (jours)	Témoins	<i>Ricinus communis</i> (DL50)	Bicarbonate de sodium (DL50)	ANOVA P
2	216,24 \pm 1,34 A a	124,5 \pm 6,64 A b	152,2 \pm 6,09 A c	*** (P < 0,000)
4	234,76 \pm 0,047 B a	93,9,2 \pm 7,39 B b	137,68 \pm 0,65 A c	*** (P < 0,000)
6	160,92 \pm 0,74 C a	63,5 \pm 3,95 C b	80,4 \pm 2,28 B c	*** (P < 0,000)

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

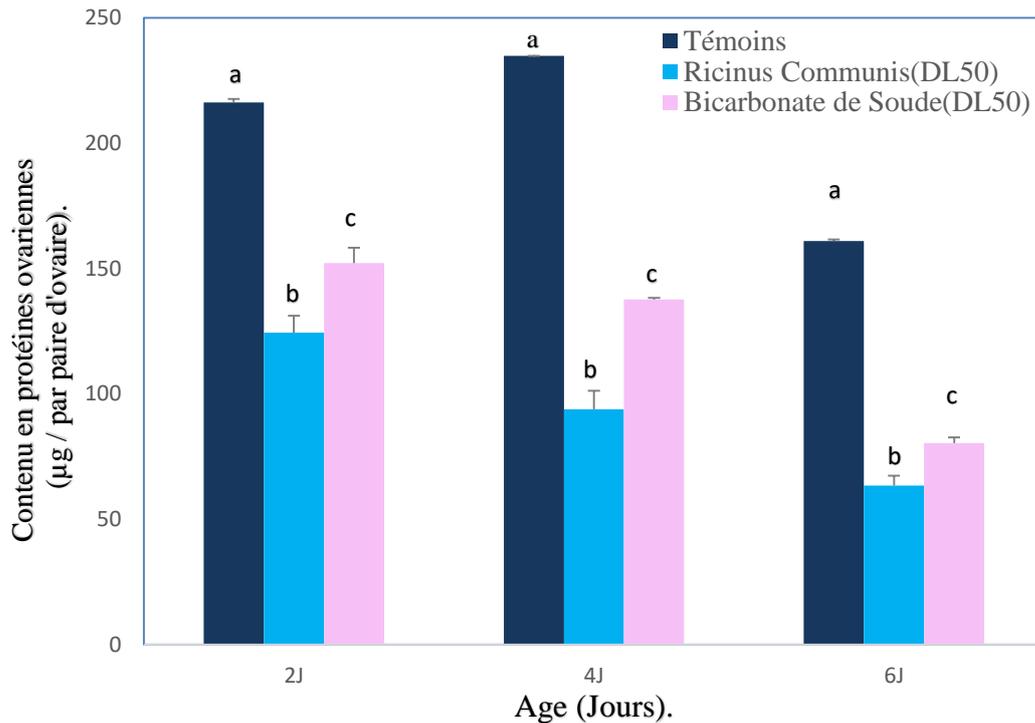


Figure 39. Comparaison de l'effet du bicarbonate de sodium et de *Ricinus communis* (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéine ovariennes ($\mu\text{g}/\text{paire}$ d'ovaires) chez les femelles adultes de *B. germanica* ($m \pm s$; $n = 3 - 8$).

- ❖ Les lettres minuscules comparent les valeurs d'un même âge entre les différentes séries (comparaison : test de t Student, 5%).

Un classement des deux molécules utilisées (DL50) selon leurs effets sur les paramètres biochimiques de l'ovaires est réalisé grâce au test HSD (Honestly significant difference) de Tukey. Ce test permet le classement des moyennes par ordre décroissant du contenu en protéines ovariennes chez les adultes femelles de *Blattella germanica* après traitement à l'émergence par le *Ricinus communis*.

Les résultats obtenus révèlent à la dose testée et aux différents âges de traitement 2, 4 et 6 jours du cycle gonadotrophique, l'existence de trois groupes, le premier renferme les témoins, le second englobe les séries traitées avec le bicarbonate de sodium, alors que le dernier renferme ceux traités par le *R. communis* (Tableau 7).

Tableau 7. Classement par ordre décroissant du contenu en protéines ovariennes chez les adultes femelles de *Blattella germanica* après traitement à l'émergence à la DL50 par le *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium : test HSD de Tukey.

Age (jours)	Traitements	Valeurs moyennes	Groupes
2	Témoins	216,247	a
	Bicarbonate de sodium DL50	152,23	b
	<i>R. communis</i> DL50	124,50	c
4	Témoins	234,767	a
	Bicarbonate de sodium DL50	137,693	b
	<i>R. communis</i> DL50	93,97	c
6	Témoins	160,917	a
	Bicarbonate de sodium DL50	80,4	b
	<i>R. communis</i> DL50	63,50	c

V.3.1.2. Comparaison de l'effet des deux composés sur le contenu en glucides.

La comparaison des effets de *R. communis* et du bicarbonate de sodium sur le contenu en glucides ovariens des adultes femelles de *B. germanica* au cours de la maturité sexuelle, est réalisée grâce au test T de Student. Les résultats montrent des différences significatives entre les témoins et les traités aux deux insecticides à partir du 4 jours ($p = 0,000$) de traitement. Cependant, des effets comparables des deux composés testés sont notés après le deuxième jour d'administration des deux composés aux adultes femelles de ce fléau ($p \geq 0,05$) (Tableaux 8 ; Figure 40).

L'analyse de la variance à un critère de classification (Annex 1, Tableau 8-10), effectuée pour chaque âge et en fonction des deux insecticides utilisés, montre des différences hautement significatives ($p \leq 0,000$) dès le deuxième jour de traitement et ceux pour les deux composés testés au cours du cycle gonadotrophique.

Tableau 8. Contenu en glucides ovariens (μg /paire d'ovaires) chez les adultes femelles de *Blattella germanica* après traitement à l'émergence à la DL50 par le *Ricinus communis* et le bicarbonate de sodium ($m \pm s$, $n= 3-8$).

Traitement \ Age(jours)	Témoins	<i>Ricinus communis</i> (DL50)	Bicarbonate de sodium (DL50)	ANOVA (AV1) P
2	214,56 \pm 7,53 A a	149 \pm 8,08 A b	161,5 \pm 6,5 A b	*** (P < 0,000)
4	299,89 \pm 6,76 B a	126,2 \pm 0,816 A b	150,7 \pm 5,3 B c	*** (P < 0,000)
6	196,91 \pm 11,61 C a	119,3 \pm 0 B b	124,4 \pm 8,8 B c	*** (P < 0,000)

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

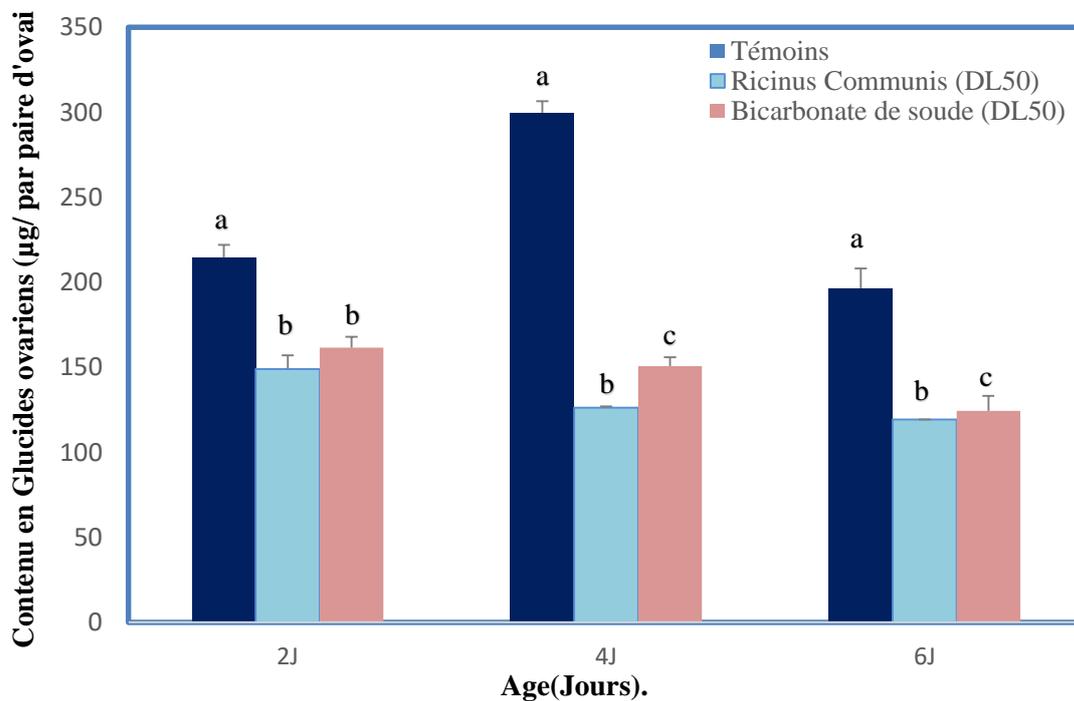


Figure 40. Comparaison de l'effet du bicarbonate de soude et de *Ricinus communis* (DL50) administré par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens (μg /paire d'ovaires) chez les femelles adultes de *B. germanica* ($m \pm s$; $n = 3-8$).

- ❖ Les lettres minuscules comparent les valeurs d'un même âge entre les différentes séries (comparaison : test de t Student, 5%).

Le classement des deux molécules administrées à la DL50, selon leurs effets sur le contenu ovarien en glucides est réalisé grâce au test HSD (Honestly significant difference) de Tukey. Le test effectué sépare deux classes et ceux aux différents âges de traitement par les deux composés. La première classe renferme les témoins, la seconde classe englobe les traités avec le *R. communis* et les séries traitées par le bicarbonate de sodium (Tableau 9).

Tableau 9. Classement par ordre décroissant du contenu en glucides ovariens chez les adultes femelles de *B. germanica* après traitement à l'émergence à la DL50 avec *Ricinus communis* et de bicarbonate de sodium : test HSD de Tukey.

Age (jours)	Traitements	Valeurs moyennes	Groupes
2	Témoins	214,563	a
	<i>Ricinus.communis</i> DL50	161,50	b
	Bicarbonate de sodium DL50	149,00	b
4	Témoins	257,2	a
	Bicarbonate de sodium DL50	149,17	b
	<i>Ricinus.communis</i> DL50	143,85	b
6	Témoins	237,1	a
	Bicarbonate de sodium DL50	140,94	b
	<i>Ricinus.communis</i> DL50	135,67	b

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 contre les insectes nuisibles.

L'accumulation des réserves vitellines dans les ovaires des femelles adultes de *B. germanica*, a été évaluée à différents jours, au cours de la maturité sexuelle à la suite d'un dosage des principaux métabolites. Les résultats obtenus montrent une évolution dans les concentrations de protéines et glucides, au cours des 4 premiers jours du stade adulte corrélée avec la vitellogénèse (Maiza *et al.*, 2013 ; Habes *et al.*, 2013), puis une diminution est enregistrée après le 6 jours juste avant l'oviposition. Martin *et al.* (1995) ont démontré une parfaite corrélation entre l'évolution des protéines ovariennes et la croissance des ovocytes chez *B. germanica*. Chez cette espèce, la prise de nourriture est cyclique et en rapport direct avec la reproduction ; les femelles en phase de vitellogénèse présentent une alimentation élevée, tandis que les femelles gravides s'alimentent très peu (Hamilton & Schal, 1988). La baisse du contenu en métabolites ovariens le sixième jour du cycle peut s'expliquer par la fin de la vitellogénèse correspondant à une réduction de l'alimentation.

Nos résultats montrent que le *Ricinus communis* (composé végétale) et le bicarbonate de soude (composé inorganique) testés affectent l'évolution des contenus en métabolites ovariens, au cours de la maturité sexuelle de *B. germanica*. En effet une diminution dans le contenu en protéines et glucides est enregistrée impliquant une réduction de l'accumulation du vitellus indispensable à l'accroissement et la maturation des ovocytes. Cette diminution est corrélée avec la réduction du nombre d'ovocytes par paire d'ovaires ainsi que la taille de l'ovocyte basal chez les insectes traités (Khlifi *et al.*, 2021 ; Mellouli *et al.*, 2021).

De plus, vu la corrélation étroite entre le système nerveux et neuroendocrinien, la diminution dans le contenu ovarien en métabolites sous l'effet des deux composés, s'explique par l'effet indirect de ces composés sur le système neuroendocrinien et endocrinien. En effet, la neurotoxicité des deux composés testés *R. communis* (Sharma *et al.*, 2021 ; EL-Haddad *et al.*, 2022 ; Ramos *et al.*, 2022 ; Padilla-Cortes *et al.*, 2022 ; Cheikhoussef, & Cheikhoussef, 2022) et le bicarbonate de soude (Millakhimov *et al.*, 2019 ; Evangelista *et al.*, 2021 ; Najid *et al.*, 2022 ; Werrie, 2022 ; Mahomed *et al.*, 2022 ; Sambucaro *et al.*, 2022) pourrait conduire, à des effets secondaires sur les principales neurohormone (PPTH) et hormones (l'hormone

juvénile et les ecdystéroïdes), ces derniers jouent un rôle essentiel pendant la croissance et la reproduction.

L'altération de la vitellogénèse et l'incapacité des ovocytes à capter les vitellogénines ont été rapportés chez cette espèce de blattes, traitée par l'extrait aqueux d'une autre plante *Nicotiana glauca* (Ouanoughi *et al.*, 2021).

Ricinus communis provoque les mêmes effets par l'application topique chez une autre espèce diptère *Aedes albopictus*, en effet des perturbations de la vitellogénèse sont pareillement observées (Waris *et al.*, 2020). Des effets analogues constatés chez deux espèces coléoptères *Sitophilus oryzae* et *Tribolium castaneum* après l'administration topique de *Ricinus communis* (Obeng-Ofori & Freeman, 2001). Des effets comparables ont été identiquement constatés chez plusieurs espèces diptères, *Macrosiphum rosae* (El-Haddad *et al.*, 2022), ou encore chez *Tribolium castaneum* et *Rhyzopertha dominica* (Sadiq *et al.*, 2022), traitées par la même espèce de plante le ricin.

Le bicarbonate de soude affecte de la même manière le processus de reproduction chez une autre espèce diptère *Aphis gossypii* (Diouf *et al.*, 2022). Des effets analogues sont rapportés chez *B. germanica* traitée avec un autre composé inorganique l'acide borique par la même voie d'administration (Kilani-Morakchi *et al.*, 2010 ; Habes *et al.*, 2013 ; Jiang *et al.*, 2021). Milyaeva *et al.*, (2022) ont montré que ce composé inorganique provoque la perturbation du processus de la vitellogénèse chez une autre espèce diptère *Drosophila melanogaster*. Ces effets ont été identiquement constatés chez *Drosophila suzukii* (Wen *et al.*, 2022).

L'inhibition de la vitellogénèse chez *B. germanica* a été également observée lors de traitement avec d'autres types d'insecticides comme un biopesticide le spinosad et un oxadiazine l'indoxacarbe par application topique (Maiza *et al.*, 2013) et l'indoxacarbe par ingestion (Djemaoun *et al.*, 2015). Mais aussi un régulateur de croissance (agoniste des ecdystéroïdes) le tebufenozide (Kilani-Morakchi *et al.*, 2014). Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés chez la blatte de Madagascar *Gromphadorhina portentosa* après traitement avec l'imidaclopride, où une altération dans le métabolisme des carbohydrates et l'absorption intestinale de glucose sont notées (Sawczynna *et al.*, 2012).

Conclusion et perspectives.

Le bicarbonate de soude et la pâte des graines de *Ricinus communis* ont été administrés 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 ces composés ont été évalués sur la reproduction au cours du cycle gonadotrophique.

Les DL50 testées sur le contenu en métabolites ovariens (protéines et glucides) révèlent l'impact négatif de ces molécules sur le processus de reproduction de ce fléau, en effet une inhibition de la vitellogénèse est constatée.

Les perturbations notées dans le processus de reproduction par l'altération de la vitellogénèse, chez les adultes femelles de *B. germanica*, après traitement pourraient être expliquées par la neurotoxicité de ces deux molécules (Pierard, 2003 ; Hammiche, 2021 ; Khalid., et al 2022). En effet, la relation étroite qui existe entre le système nerveux et neuroendocrine chez les insectes peut être à l'origine de ces perturbations, via les hormones et neurohormones impliquées dans le contrôle endocrine de la reproduction.

A l'avenir il sera intéressant de compléter ces résultats dans un premier temps par 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 ces composés 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 ces molécules 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 cytochrome 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 :

Blattella germanica (L.) (Dictyoptera : Blattellidae) 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. *Ricinus communis*, classée parmi les plantes les plus toxiques de la famille des Euphorbiacées et le bicarbonate de sodium (composé inorganique) ont été testés par ingestion, le jour de l'exuviation des adultes femelles de cet insecte nuisible. Le bicarbonate de soude et l'extrait des grains de cette plante ont été administrés à la DL50, 800 mg/insecte et 400 µg/insecte respectivement. Les effets des deux composés ont été examinés sur le processus de reproduction de ce fléau par une estimation du contenu ovariens en métabolites (protéines et glucides). Les résultats obtenus révèlent une réduction significative des paramètres expérimentés, aux différents âges éprouvés (2, 4 et 6 jours) du cycle gonadotrophique comparativement aux témoins. Ces effets prouvent que les deux composés testés présentent une forte activité insecticide sur la reproduction et semblent donc altérer la vitellogénèse chez ce fléau.

Mots clés : Blattes, *Blattella germanica*, *Ricinus communis*, bicarbonate de sodium, biopesticides, vitellogénèse, glucides, protéines, reproduction.

Summary :

Blattella germanica (L.) (Dictyoptera: Blattellidae), plague characterized by a high reproductive potential, resistance to extreme conditions and its medical interest, because it is often the source of several infectious diseases. *Ricinus communis*, a plant of the Euphorbiaceae family has ranked among the poisonous plants and sodium bicarbonate (inorganic compound) were tested by ingestion on newly emerged adult's female of this pest insect. Baking soda and grain extract from this plant were administered at lethal dose (LD50) 800 mg/insect and 400 µg/insect respectively. The effects of both compounds were examined on the reproduction process of this scourge by estimating the ovarian content of metabolites (proteins and carbohydrates). Results obtained reveal a significant reduction in the parameters experienced, at the different ages tested (2, 4 and 6 days) of the gonadotrophic cycle compared to controls. These effects prove that the two compounds tested exhibited a strong insecticidal activity on reproduction and consequently alter vitellogenesis in this plague.

Mots clés : Blattes, *Blattella germanica*, *Ricinus communis*, bicarbonate de sodium, biopesticides, vitellogénèse, glucides, protéines, reproduction.

ملخص:

Blattella germanica. L (Dictyoptera: Blattellidae), الصراصير الألمانية هي حشرات تتميز بقدرتها العالية على التكاثُر، ومقاومتها للظروف القاسية وضررها الصحي، لأنها غالباً ما تكون مصدر العديد من الأمراض المعدية، وبالتالي تمثل مشكلة كبيرة على صحة الإنسان.

Ricinus communis (نبات الخروع) هو نبات من عائلة Euphorbiacées المصنف على أنه نبات جد سام وبيكربونات الصوديوم عبارة عن مركب غير عضوي يضاف للغذاء، تم اختبارهم عند إناث الحشرات البالغة من الصراصير عن طريق البلع باستعمال الجرعة المميّنة (DL50) = 400 ميكروغرام/للحشرة و800 ميليغرام/للحشرة بالترتيب.

تم تقدير سمية هذين المركبين على عملية التكاثُر عند هاته الآفة وذلك بتحديد آثارهم على بعض المؤشرات الكيميائية للمبايض (مخزون البروتينات والكربوهيدرات لكل زوج من المبايض). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الجرعة التي تم اختبارها تخفض معنوياً بشكل كبير من هذه المؤشرات عند الحشرات البالغة متفاوتة الأعمار (0، 2، 4، 6 أيام) من الدورة التناسلية مقارنةً بالشاهد. أبدت هذه النتائج نشاطاً إبادي قوي لهذين المركبين ضد هذا النوع من الحشرات بتأثيرها في عملية إنشاء البويضات.

الكلمات المفتاحية: الصراصير، *Blattella germanica*، نبات الخروع، بيكربونات الصوديوم، مبيدات بيولوجية، البروتينات، الكربوهيدرات، التكاثُر.

- 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.
- Adel M. M., El-Naby A., Shimaa S. I., Abdel-Rheim K. H., (2022).** Formulation, Characterization and Insecticidal Effect of Two Volatile Phytochemicals Solid-lipid nanoparticles against some Stored Product Insects. *Egyptian Journal of Chemistry*.
- 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. *Journal of Science and Technology*, 33(1):1-11.
- Allioua W., Chemaouni W., Fartes I., CHEBAB S. E., (2021).** Evaluation des effets sanitaires liés à l'exposition professionnelle aux pesticides utilisés dans certaines régions agricoles de la Wilaya de Jijel (Doctoral dissertation, Université-Jijel-).
- Amel Djemaoun, DahbiaHabes, Nouredine Soltani., 2015.** Effects of ingested indoxacarb (Oxadiazine) on biochemical composition of ovaries in *Blattella germanica* (Dictyoptera, Blattellidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3, 362-366.
- Andrade-Cetto A., 2009.** Ethnobotanical study of the medicinal plants from Tlanchinol, Hidalgo, México. *J Ethnopharmacol* 122 (1): 163–71.
- 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.

Références bibliographiques

- 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), *Culiseta longiareolata* (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.
- 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.
- 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*. 33(1):1-11.
- 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.
- Barnabé G., (2022).** 12. Production et épuration, un miracle limité par les pollutions. In *Urgences climatiques et écologiques : les solutions de l'Océan* (pp. 173-184). EDP Sciences.
- 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).

Références bibliographiques

- 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
- Bayaso., 2013.** Effects of aqueous extract of *Ricinus communis* on radial growth of *Alternariasolani* African *Journal of Agricultural Research*, 8(37):4541-4545.
- 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.
- Beccaloni G.W., 2014.** Cockroach Species File Online Version 5.0/5.0. *World Wide Web electronic publication*.
- 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.
- Beldjoud N., Ghadbane, F.,2020.** L'impact du traitement écologique à base du bicarbonate de sodium sur les propriétés des fibre végétales thèse doctorat, Univ, Msila, Algérie. 100 pp.
- Belharrane-Boumaza., 2014 ;** Contribution à l'étude du cortège floristique de *Ricinus communis* (Famille des *Euphorbiacées*) dans la région de Tlemcen. Thèse de mémoire en écologie végétale. Université de Tlemcen, Algérie. 94 pp.
- 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.
- Bembli M., Boughzala K., (2022).** Structure des apatites, méthodes de synthèse et domaines d'application. *RHAZES: Green and Applied Chemistry*, 15, 66-70.
- Benrezig•Mahdjouba., 2016 ;** thèse de master L'effet bio-insecticide de l'extrait méthanoïque du *Ricinus communis L.* Sur les larves de *Tutaabsoluta*. Thèse de mémoire en biologie végétale. Université de Mostaganm, Algérie. 69 pp.
- Boné, E., Acevedo, GR, Sterkel, M., Ons, S., González-Audino, P., Sfara, V.,2022.** Caractérisation des mécanismes de résistance aux pyréthrinoïdes chez une souche de *Blattella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae) de Buenos Aires (Argentine). *Bulletin de recherches entomologiques*, 112 (1), 21-28.
- 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.

Références bibliographiques

Bouزيد, K., & Merdjani, H., 2021. Etude de la résistance biochimique des insectes aux insecticides.

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

Bradford M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the Principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72, 248254.

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

Breton, C., 2002. Carbonate de sodium–Procédé Solvay à l’ammoniac. *Techniques de l’ingénieur*. 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., 2017. Pesticide interactions: mechanisms, benefits, and risks. *Journal of agricultural and food chemistry* 65 (23), 4553-4561.

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

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

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.

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.

Références bibliographiques

Cheema N. M., Muhammad A., Ghulam Q., Malik A. R., 2010. Characterization of castor bean genotypes under various environments using SDS6PAGE of total storage proteins. *Pak. J. Bot.* 42(3): 1797-1805.

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.

Claire L., 2019. Santé. Journal des femmes. fr. Available In Site web ; <http://www.unjardinbio.com/le-bicarbonate-de-soude-au-jardin/> consulté le 17/06/2021.

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.

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., (1976). *The cockroach*, Vol. II. Insecticides and *cockroach* control. Associated Business Programmes. St Martin's Press, New York. 140p

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

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.*

Dagnelie P., 1998. Inférence statistique à une et à deux dimensions (Vol. 2). De Boeck Supérieur. Amazon France. 284 P.

Références bibliographiques

- 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
- 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.
- Déthiollaz S., 2003.** La ricine, une arme biologique. *Proline* Numéro 8, pp 1-4.
- Deutsch, A., Swartz, S., 2021.** Lutte contre les insectes nuisibles. Paris : Elsevier, 11-21.
- 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.
- Diouf, N., Ngom, A. k., Diouf, j., Mouhamed, A. S. A., Diop, D., D Noba, k. 2022.** Effet de l'huile de neem et de la terre de diatomée sur la population de *Aphis gossypii* dans les parcelles de concombre dans la Zones des Niayes (Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 171, 17776-17785.
- Dowds B.C.A., Peters A., 2002.** "Virulence mechanism," *in*: R. Gaugler (ed) *Entomopathogenic Nematodes*, CABI Publishing, Wallingford, UK, 99-114.
- Drake D., 1997.** Antibacterial activity of baking soda. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. (Jamesburg, N.J ;1995). Supplement, 18 (21), S17-21; quiz S46.
- Duchateau A., Florkin P., 1959.** La trehalosemie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem*, 67, 306-314.
- 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.
- Eddine L. D., Abdelmadjid. B., Youcef. R., Belkacem. B. 2022** L'emploi de l'extrait du champignon endophyte *Aspergillus niger* isolé à partir des feuilles du ricin commun *Ricinus communis* L. (*Euphorbiaceae, Malpighiales*) comme agent de lutte biologique contre le criquet migrateur *Locusta migratoria* L. (*Oedipodinae, Acrididae*). *Journal of Applied Biosciences*, 170, 17720-17738.
- El Haddad D., Toubal S., Bouchenak O., Boumaza S., Merah M., Yahiaoui K., amp; Arab K., (2022).** Insecticidal activity of algerian castor extracts *ricinus communis* againts the green rose aphid *macrosiphum rosae*. *agrobiologia* ,12(1), 2827-2833.

Références bibliographiques

- El Haddad D., Toubal S., Bouchenak O., Boumaza. S., Merah M., Yahiaoui K., Arab K., (2022).** Insecticidal activity of algerian castor extracts *ricinus communis* againsts the green rose aphid *macrosiphum rosae*. *Agrobiologia* ,12(1), 2827-2833.
- Elie M. P., 1998.** Blattes : une vie cachée. *QUEA SCIENCE*, 37, 12-14.
- Elouardi, M., Zair, T., Mabrouki, J., Fattah, G., Benchrifa, M., Qisse, N., El Belghiti, M. A. (2022).** A review of botanical, biogeographical phytochemical and toxicological aspects of the toxic plants in Morocco. *Toxicologie Analytique et Clinique*.
- Evangelista D., Simon S., Wilson M. M., Kawahara A. Y., Kohli M. K., Ware J. L., ... Legendre F., (2021).** Assessing support for Blaberoidea phylogeny suggests optimal locus quality. *Systematic Entomology*, 46(1), 157-171.
- 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.
- Mayad E.H., Ferji Z., Hassani B.C.L.I., 2006.** Étude *in vitro* du potentiel nématocide de quelques extraits de plantes médicinales. *Biologie and Biotechnologie* , Vol .5. pp. 37-40
- 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.
- Franke R.,Scholl R.,AignerA.,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. Paris : Elsevier, 11-21.
- 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. *J. Appl. Toxicol*, 21(1), 41-52.
- Fulton M.H., Key P.B., 2001.** Acetyl cholin esterase 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.
- Garfield E., 1990.** *The cockroach connection*. Ancient, seemingly indestructible *Pest. Part 2. Population control. Current comments.*, 46 : 5-13.
- GailA., 2006.** How to Remove Odors from Books [archive]: Comment faire pour supprimer les odeurs de livres, sur Book Think. P 260.

Références bibliographiques

- Gawande PV., LoVetri, K., Yakandawala, N., Romeo, T., Zhanel, G. G., Cvitkovitch, D. G., Madhyastha, S., 2008.** Antibiofilm activity of sodium bicarbonate, sodium metaperiodate and SDS combination against dental unit waterline-associated bacteria and yeast. *Journal of applied microbiology*, 105(4), 986-992.
- 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.
- Garciãa J. J.G., Bartolomeã –zavala., Del mar M.T., Barceloã –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 *Ricinus communis* (castor bean): an aerobiological, clinical and immunochemical study. *Clin. Experim. Allerg.* 29: 1265- 1275.
- Gaudin O., 1937.** Recherches sur l'Action Physiologique des Pyrethrine. VigotFeres .pp. 121-125.
- Gahéry, Y., 2021.** Les Arthropodes et l'intelligence des Insectes sociaux. In L'histoire du cerveau (pp. 179-212). EDP Sciences
- Gãde, G., Hoffmann, K. H., 2005.** Neuropeptides regulating development and reproduction in insects. *physiological Entomology*, 30(2) ,103-121.
- Ghermoul Abdelouadoud, Fadlia, Ahmed ,Siga MoussaMorouAbdoul-nasser., 2020.** Evaluation de l'activité insecticide de bicarbonate de sodium (NaHCO₃) chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica* (L.). Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algérie, 99pp
- 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. 225pp.
- 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. Biochem. Mol. biol*, 30(8), 617-644.
- Gilbert L I., Rybezynski R, Warren G T., 2002.** Control and bio-chemical nature of the ecdysteroid genic pathway. *Annu. Revu. Entomol.* 47,883-916.

Références bibliographiques

- Gilles., 2017.** Le bicarbonate de soude au jardin. Available In Site web; <https://www.unjardinbio.com/le-bicarbonate-de-soude-au-jardin/> consulté le 17/06/2021.
- Gilman A.G., Goodman, L.S., Gilman, A., 1980.** The Pharmacological Basis of Therapeutics. 6e éd. New York: Macmillan Publishing Co., Inc. p. 995.
- Gindro K., Lecoultre, N., Molino, L., Joffrey, J. P., Schnee, S., Voinesco, F., Dubuis, P. H., 2014.** Development of rapid direct PCR assays to identify downy and powdery mildew and grey mould in *Vitis vinifera* tissues, 48 (4), 261-268.
- 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.
- Gordon H. T., 1968.** Intake rates of various solid carbohydrates by male German cockroaches. *Journal of Insect Physiology*, 14(1), 41-52.
- Gouron R., 2022.** Le rôle du propane et du biopropane dans l'éventail d'alternatives visant la décarbonation et la lutte aux changements climatiques au Québec. 450-776-2177
- Grandcolas P., 1998.** The evolutionary interplay of social behaviour, resource use and antipredator behavior in Zetoborinae, Blaberinae, Gyninae and Diplopterinae cockroaches: phylogenetic analysis. *Cladistics*, 14: 117-127.
- 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.
- 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. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(6), 2238-2243.
- Greathead, D. J., Kooyman, C., Popov, G. B., Launois-Luong, M. H., 1994.** Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas et CIRAD-GERDAT-PRIFAS (France) - 1994. ISBN : 2 - 87614 - 159 - 0
- Guillaumin, M., Renoux, J., Stockman R., 1969.** La blatte : *Blaberufusca* Br. Edition Doin 1. Paris. Vol I: p. 67.
- 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 *Metarhiziumanisoplia* (Ascomycota, Hypocreales). *J. Econ. Entomol.* 108, 752-760.
- Guéguen, J. C., 2021.** Évolution du monde animal. In *Biodiversité et évolution du monde animal* (pp. 107-180). EDP Sciences.
- Gur L., Cohen, Y., Frenkel, O., Schweitzer, R., Shlissel, M., Reuveni, M., 2022.** Mixtures of Macro and Micronutrients Control Grape Powdery Mildew and Alter Berry Metabolites. *Plants*, 11(7), 978.

Références bibliographiques

- 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.
- 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.
- Hartley, M. R., Lord, J. M., 2004.** Cytotoxic ribosome-inactivating lectins from plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1701(1-2), 1-14.
- Hassan Y., Ogg S., Ge H., 2018.** Expression of novel fusion antiviral proteins ricin a chainpokeweed antiviral protein (RTA-PAPs) in *Escherichiacoli* and their inhibition of protein synthesis and of hepatitis B virus in vitro. *BMC Biotechnol* 18(1):47.
- Hamilton, R. L., Schal, C., 1988.** Effects of dietaryproteinlevels on reproduction and foodconsumption in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 81(6), 969-976.
- 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-transferaseactivity. *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.
- 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.
- HAFEZ M., AFIFI A .M., 1956.** — Biological studies on the furniture cockroach *Supella supellectilium*Serv. inEgypt (Orthoptera : Blattidae). *Bull .Soc Entomol. Egypt.*, 40, 365-96.
- Han R., Ehlers R.U., 2000.** Pathogenicity, development, and reproduction of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernemacarpocapsae*underaxenic in vivo conditions. *J. Invertebr. Pathol.* 75, 55-58
- Hasche J. J., Zumofen M., 1999.** Notions d’hygiène hospitalière. 210 p.
- 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.
- Hasimuna O. J., Monde, C., Mweemba, M., Nsonga, A., 2020.**The anaesthetic effects of sodium bicarbonate (baking soda) on greenhead tilapia (*Oreochromis macrochir*, Boulenger 1912) broodstock. *The Egyptian Journal of Aquatic Research.* 46 (2): 195-199.

Références bibliographiques

Hauptmann H., Mühlbauer G., Sass, H., 1986. Identifizierung und synthese von periplanon A. *Tetrahedron. lett*, 27(51), 6189-6192.

Herawati I. E., Lesmana R., Levita J., Subarnas A., 2021. Determination and Purification of Ricin Protein from *Ricinus communis L.* Seeds using CLC (Column Liquid Chromatography) and FPLC (Fast Protein Liquid Chromatography). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 8(3), 118-124.

Herawati I. E., Lesmana R., Levita J., Subarnas A., 2022. Analysis of crude ricin from *Ricinus communis* originates from nganjuk, eastjava, indonesia, using liquid chromatography, column liquid chromatography, and fast protein liquid chromatography (FPLC)., 15(1), 204-209.

Hirayama K., 2022. Effets curatifs des fongicides contre *Venturia inaequalis* causant la gale du pommier. *Journal of General Plant Pathology*, 1-6.

Houda B. N. E., Mechighel Fatima Zahra, M. B., 2021. Impact d'un composé inorganique le bicarbonate de sodium sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica (L.)*. Thèse de mémoire en biologie moléculaire et cellulaire. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre et de l'univers, Département de Biologie. Université de 8 Mai 1945 Guelma, Algerie, 99 pp.

Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G., 2008. *Inorganic chemistry* (Vol. 1). Pearson Education.

Hutchinson R., 1999. Insectes. (Hons). *D. P. LSH & TM. M. Sc.* 126 P. organs. Med Fac. Landbouww. Univ. Gent, 66/2a.

Ijim M., Nokra M., Hindi M., Aitbatahar S., & Amro L., 2022. La pléthysmographie chez les anciens tuberculeux traités et déclarés guéris. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités*, 14(1), 222.

Ilavarasan 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. 185 p.

Jennifer H., 2019. Bicarbonate de soude, Available In : Site web; [https:// www. linternaute.fr /bricolage/guide-de-maison-et-jardin/](https://www.linternaute.fr/bricolage/guide-de-maison-et-jardin/) consulté le 20/06/2021.

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 *Periplanetafuliginosadensovirus* as an improved biopesticide. *Arch. Virol.* 152, 383-394.

Jiang, M., Dong, FY, Pan, XY, Zhang, YN ., Zhang, F., 2021. L'acide borique était toxique par voie orale pour différents stades de *Blattella germanica (L.)* (Blattodea : Blattellidae) et provoquait une dysbiose du microbiote intestinal. *Biochimie et physiologie des pesticides*, 172, 104756.

Références bibliographiques

- Justin, G. G., Célestin, T. C., Djibril, A. S., Pacôme, T. M., Eliane, O., Dossou, J., 2022.** Effet insectifuge et insecticide des extraits totaux des épiluchures d'orange sur *Callosobruchus maculatus* un déprédateur de niébé (*Vigna unguiculata L., Walp*) en stock. *Journal of Applied Biosciences*, 172, 17881-17892.
- Jumat S., Nadia S., Emad Y., 2010.** Biolubricant base stocks from chemically modified ricin oleic 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*. *J NatProd* 48(1): 155–156.
- Karim N., Oumarou D. Z., Béli, I., Rémy D. A., 2022.** Inventaire des espèces de champignons entomopathogènes associées à la cochenille farineuse du manguier *Rastrococcus invadens Williams (Homoptera : Pseudococcidae)* dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 172, 17849-17870.
- Kassiri H., Zarrin M., Veys-Behbahani R., 2018.** Pathogenic fungal species associated with digestive system of *Periplaneta americana (Blattaria : Blattidae)* trapped from residential dwellings in ahvaz city, southwestern iran. *J. Arthropod Borne Dis.* 12, 16-23.
- Kaya H.K., Gaugler R., 1993.** Entomopathogenic nematodes. Annual review of entomology 38 (1), 181- 206.
- Khelifi A, Bennecer R, Dilmi kh, 2021.** Impact d'un insecticide végétal *Ricinus communis* sur la reproduction chez un insecte à intérêt médical *Blattella germanica (L.)*. 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.
- Khogali A., Barakat S., Abou-Zeid H., 1979.** Isolation and identification of the phenolics from *Ricinus communis L.* *Delta JSci* 16 : 198–211.
- Kilani-Morakchi S., Aribi N., Soltani N., 2010.** Activity of boric acid on *German cockroaches* : Analysis of residues and effects on reproduction. *Afric. J. Biotech*, 8(4). 703-708.
- Kilani-Morakchi S., Badi A., Aribi N., Soltani N., Farine J. P., 2014.** Toxicity of tebufenozide, an ecdysteroid agonist, to *Blattella germanica (Blattodea : Blattellidae)*. *African Entomology*, 22(2), 337-342.
- 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
- Koehlen P.G. Patterson R.S., 1987.** The Asian roach invasion. *Natural. History*, 96 (11): 28-35.

Références bibliographiques

- 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.
- 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 : 200-220.
- Lamp J. H.,1946.** Sodium bicarbonate : an excellent deodorant. *Journal of Investigative Dermatology*, 7(3), 131-133.
- 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 : à 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.
- 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 reponse to ecdysone. *Dev. Biol.* 224.96-110.
- Lietti m.M.M., Botto E., Alzogaray R.A., 2005.** Insecticide resistance in Argentine populations of *Tutaabsoluta* (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.

Références bibliographiques

- Linné C.V., Engel-Ledeboer M.S.J., Engel H., 1735.** Systema Naturae, Genus Homo 1, 1964.
- 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 :384-390.
- 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.
- Lochard H., Sauceau M., Fages J., 2003.** June. Etude préliminaire de l'utilisation de dioxyde de carbone supercritique pour la mise en forme de composés minéraux : application au bicarbonate de soude. In Colloque de la poudre au matériau massif SF2M-GFC-Commission poudres et matériaux frittés Journées annuelles du RFM (pp. p-62). EMAC.
- 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.
- 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].
- Magnien C., Remuson F. L. E., Guellec M., Micoud A., Grosman J., 2012.** La résistance de *Plasmopara viticola* aux fongicides, résultats des plans de surveillance de la sous-direction de la qualité et de la protection des végétaux de 2009 à 2011. *Proc. AFPP-10e Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes Tours-3*, 4, 290– 298.
- Mahomed T., Elisabeth Z. P., Ignace S., Romain S. W., Roger N. H. C., 2022.** Efficacité fongicide de trois biopesticides à base d'huiles essentielles sur les principaux champignons associés aux semences de niébé au Burkina Faso. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 51, 38-44.
- Maillot A., Lan M., Torrents R., Chaumont E., 2022.** Ingestion de graines d'*Adenanthera pavonina* sur l'Île de La Réunion : à propos de deux cas pédiatriques. *Toxicologie Analytique et Clinique*, 34(2), 117-120.
- Maiza A., Aribi N., Smaghe G., Kilani-Morakchi S., Bendjedid M., Soltani N., 2013.** Sublethaleffects on reproduction and biomarkers by spinosad and indoxacarb in *cockroaches Blattella germanica*. *Bull. Insectol*, 66(1), 11-20

Références bibliographiques

- 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, GSH, MDA). *Bull. Soc. zool. Fr*, 136(1-4), 189-204.
- 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.
- Malik Y. S., Goyal S. M., 2006.** Virucidal efficacy of sodium bicarbonate on a food contact surface against feline calicivirus, a norovirus surrogate. *International journal of food microbiology*, 109(1-2), 160-163.
- Mário M., Espírito S., 2007.** Secondary seed dispersal of *Ricinus communis Linnaeus (Euphorbiaceae)* by ants in secondary growth vegetation minas gerais. *R. Árvore Viçosa-MG*. 31(6):1013-1018.
- Maroyi A., 2007.** *Ricinus communis L.* In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editeurs). PROTA 1: 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.
- Martín D., Piulachs M. D., Bellés., 1995.** Production of vitellogenin in vitro by the periovaric fat body of *Blattella germanica (L.) (Dictyoptera, Blattellidae)*. *Invertebrate Reproduction & Development*, 28(3), 171-176.
- Mary O., Amdur., 2000.** The basic Science of poisons. Casarett and Doull's toxicology. History of Agriculture. Pergamon Press Inc. p.325.
- Mehlenbacher G., Garbach D., Eggleston W., Gorodetsky R., Nacca N., 2020.** Death from salt and baking soda ingestion. *Toxicology Communications*, 4(1), 15-17.
- Mensah M.B., Awudza J.A.M., 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.
- Merad Y., Derrar H., Taleb A., 2022.** Évaluation du portage fongique des blattes au niveau de l'hôpital. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités*, 14(1), 169.
- Millakhimov A. E., Ayach T., Barbaryan A., Talari G., Chadha R., Gray A., 2019.** The role of sodium bicarbonate in the management of some toxic ingestions. *International journal of nephrology*, p. 2017.
- Milyaeva P. A., Nefedova L. N., 2022.** Boric Acid Resistance in *Drosophila melanogaster* Depends on the Expression Level of the Cyp9b2 Gene. *Russian Journal of Genetics*, 58(4), 467-472.

Références bibliographiques

- Mirрахimov A. E., Ayach T., Barbaryan A., Talari G., Chadha R., Gray A. 2017.** The role of sodium bicarbonate in the management of some toxic ingestions. *International journal of nephrology*, p. 2017.vol 2017.
- Mirth C.K., Shingleton A.W., 2012.** Integrating body and organ size in *Drosophila* : recent advances and outstanding problems. *Frontiers in endocrinology*, 2012, vol. 3, p.
- 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.
- 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.
- Munir M., Sadia S., Khan A., Rahim B. Z., Gagosh Nayyar B., Ahmad K. S., Qureshi R.,2022.** Ethnobotanical study of Mandi Ahmad Abad, District Okara, Pakistan. *Plos one*, 17(4), e0265125.
- Ndjamena u I., moussa k., ali m., ndong a., seid y., djibdouna k, choua, o., 2022.** Usage des substances gastrottoxiques chez les patents operes pour perforation d'ulcere gastroduodenal a ndjamena.
- 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. : 736-737.
- Najid., Jassim., 2022.**Entisol Propriétés Chimiques Sur Le Système Agriculture Biologique. *International Journal of Science and Society*, 2022, vol. 4, no 1, p. 152-158.
- Namous., 2016.** Pubchem, Sodium carbonate, archive sur: Pub. Chem. Ncbi. Nlm. Nih. Gov (consulté le 18 février 2019).

Références bibliographiques

Nichols, G. (2006). Soda, Clay and Fire : After years of research, one of the foremost practitioners of soda glazing shares her expertise in a new book. CERAMICS MONTHLY-OHIO-, 54(10), 34.

Nicolas Palangié., 2015. Le bicarbonate un allié contre les organismes nuisibles mise au point réglementaire. In : site, <https://www.monobicarbonat.fr/source>, Edition.

Nicolas.,2010. Bicarbonate : un concentré d'astuces, *eyrolles*, Edition.

Nicolas.,2014. Bicarbonate : un concentré d'astuces, *eyrolles*. Edition.

Nicolas.,2018. Available In: Site web; www.monobicarbonat.fr/author/consulté, 23/06/2021.

Nicolas.,2019. Le bicarbonate de soude contre les acariens et les allergies. Mon Bicarbonate. Available In Site web ; <https://www.monbicarbonat.fr/traitement-anti-acariens-bicarbonatedesoude-allergies-lit-matelas/> consulté le 20/05/202.

Nikzad R., Youssefi MR, Abouhosseini Tabari M.,2021. Comparaison de l'effet létal des toxiques carvacrol, thymol, perméthrine et cyperméthrine sur *les blattes germaniques (Blattella germanica)*. Recherches vétérinaires et produits biologiques, 34 (2), 61-67.

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., 2010. Le brillant/linceul non muant code pour une déshydrogénase/réductase à chaîne courte qui fonctionne dans la « boîte noire » de la voie de biosynthèse des écdystoïdes, développement 137(12), 1991-1999.

Nnabuiife 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.

Nweke I.A., Mbah C.N., Oweremadu E.U., Dambaba N., Orji E.C, Ekesiobi AI, Nnabuiife 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.

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.

Olamiposi O. O., Oghale O. M., & Olajire O. M. 2022. Behavioural and Histological Abnormalities Observed in *Heteroclaris* Juveniles Exposed to Aqueous Extract of *Ricinus communis* Leaf Meal. 96-100.

- 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.
- Olson W., Vesley D., Bode M., Dubbel P., Bauer T., 1994.** Hard surface cleaning performance of six alternative household cleaners under laboratory conditions. *Journal of Environmental Health*, 27-31.
- Ombrello T., 2000.** Castor bean 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. *PLoS biology*, 2011, vol. 9, no 9, p. e1001160.
- Ouanoughi S., Djamila-Chebabha S., 2021.** L'effet de *Nicotina glauca*. L sur les adultes des *Blattella germanica* (Blattellidae) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA). <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/handle/123456789/24768>.
- 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.
- 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.
- 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.
- Padilla-Cortes, E., Martínez-Martínez, L., 2022.** Development of the Parasitoid *Chelonus insularis* (Hymenoptera : Braconidae) in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) Larvae Reared on Castor Bean and Maize Leaves. *Journal of Entomological Science*, 57(1), 27-38.
- 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.

Références bibliographiques

- 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.
- Pauline Petit.,2017.** Available In Site web; [https:// www.consoglobe.com/bicarbonate-soude astuces-éclo-jardin/](https://www.consoglobe.com/bicarbonate-soude-astuces-éclo-jardin/) consulté, 21/6/2021.
- 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.
- Perrin R., Scharff J. P.,1997.** Industrial chemistry; *Chimie industrielle*.pp.11–26.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ramos, R. D. S., Silva, C. A. D. D., Lima, T. D. A., Albuquerque Junior, P. D. S., Castellani, M. A., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C., 2022.** Development, Survival and Reproduction of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) Fed an Artificial Diet or on Cotton, Castor Bean and Corn Leaves. *Insects*, 13(5), 428.
- Ramos-López M.A., Pérez S., Rodriguez-Hernández G.C., Guevara-Fefer, ZavalaSanchez 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.
- Rasool, F., Nizamani, Z. A., Ahmad, K. S., Parveen, F., Khan, S. A., & Sabir, N. (2022).** Étude phytotoxicologique de plantes toxiques sélectionnées de l'Azad Jammu&Cachemire. *Plos one*, 17(5), e0263605.
- Regnault-Roger, C., Philogène, B. J., & Vincent, C.2005.** *Biopesticides of Plant Origin*. Lavoisier Publishing.
- Rehn J.A.G., 1945.** Man's uninvited fellow-traveller-thecockroach. *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., 2011.** Molecular aspects of juvenile hormone action in insect. *Riddiford L. M., When is weight critical. Experim. Biol*, 214.
- 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
- 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 signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 109(4)
- Rina K., Khasrul A., Shahin R., Abdullah A. M., Abdullah A. M., Sabbir A., ... Mohammad A. H. M. J. 2022.** In vitro efficiency of crude extract of *Ricinus communis*, *Abroma augusta*, and *Bombax ceiba* seed on brinjal shoot and fruit borer, *Leucinodes orbonalis* Guenee. *African Journal of Agricultural Research*, 18(2), 73-79.
- Rizwan M., Hussain A., Shahid M. J., Waseem M., & Nafees M.2022** Microbe-Citric Acid Assisted Phytoremediation of Chromium by Castor Bean (*Ricinus Communis L.*).
- 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).
- 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.

Références bibliographiques

- Rousseau G., Clément J., Fezard J. B., Laribi S., 2022.** Intoxication au colchique par confusion avec l'ail des ours. *La Revue de Médecine Interne*.
- Roussel C., Birnbaum J., Van der Brempt X., & Neukirch C., (2022).** Traitement de l'allergie aux venins d'hyménoptères et autres insectes. *Revue Française d'Allergologie*, 62(1), 62-76.
- Rousset P., 2008.** Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales, Brésil : Cirad.pp288.
- 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 Cockroach. New York Oxford. Oxford University Press., pp265.
- Rutala W. A., Barbee, S. L., Aguiar, N. C., Sobsey M. D., Weber D. J.,2000.** Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 21(1), 33-38.
- Sadiq F. H., & AL-nadawi F. A. M. 2022.** Effect of some plant oils to control pest insects of Rusty flour beetle, *Tribolium castaneum* and small grain borer, *Rhyzopertha dommica*. *Iranian Journal of Ichthyology*, 9, 211-215.
- Salinas Sánchez, D. O., 2021.** Bioactivity of a Fraction Rich in Linoleic Acid of *Ricinus communis* L.(Euphorbiaceae) Leaves against the Yellow Sugarcane Aphid, *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae) Insecticidal activity of *Ricinus communis* against *Sipha flava*. *Journal of Food Protection*, 15(1), 34-36.
- Sambucaro, M. J. V., Ronderos, J. R., 2022.** Allatotropin in the Corpora Allata and Ovaries of *Rhodniusprolixus* : Probable in situ regulatorymechanisms. *BioRxiv*.
- Sandvig K., Skotland T., van Deurs B., Klok T.I., 2013.** Retrograde transport of protein toxins through the Golgi apparatus. *Histochem CellBiol* 140:317–326.
- Sarah D.,2019.** Available In : Site web ; <https://www.maisonbrico.com/> consulté, 22/06/2022.
- 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., ... & Zwirska-Korczała, K. (2012).** Altération du métabolisme des glucides et de l'absorption du glucose dans l'intestin moyen dans *Gromphadorhina portentosa* après exposition subchronique à l'imidaclopride et à la fenitrothion. *Journal of Environmental Science and Health, Partie 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 fcoocids (Soccoidea-Homoptera). *Advan. Genet.* 2:12.
- Severino L.S., Auld D.L., Baldanzi M., M., Cândido M.J.D., ChenG., Crosby W., TanD., He X., Lakshamma P., Lavanya C., Machado O.L.T., MielkeT., Milani, M., Miller, T.D., Morris, J.B., Morse, S.A., Navas, A.A., Soares, D.J., Sofiatti, V., WangM.L., Zanotto M.D., ZielerH., 2012.** A review on the challenges for increased production of castor. *Agronomy Journal* 104, 853–880.
- SeverinoL S., Auldd.L., 2013.** A framework for the study of the growth and development of castor plant. *IndustrialCropsandProducts* 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, 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.
- Sharma, T., Qamar, A., & Khan, M. A. 2010.** Evaluation of neem (*Azadirachta indica*) extracts against the eggs and adults of *Dysdercus cingulatus* (Fabricius). *World Applied Sciences Journal*, 9(4), 398-402.
- Shibko S., Koivistoinen P., Tratnyneck C., New Hall A., Freidman L., 1966.** A method for the sequential quantitative separation and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction, *Analyt. Biochem.*, 19, 415-428.
- 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.
- Shock M. P., Watling J., (2022).** Plantes et peuplement : questions et enjeux relatifs à la manipulation et à la domestication de végétaux au Pléistocène final et à l’Holocène initial au Brésil et en Amazonie. *Brésil (s). Sciences humaines et sociales*, (21).
- Singh A., Kaur J., 2016.** Toxicity of Leaf Extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceace) 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.

Références bibliographiques

- 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 pivote role of glucose metabolism in determining oocyte developmental comptence. Reprod., 139(4).
- Swanton C. J., Mashhadi H. R., Solomon K. R., Afifi 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.** Stags in the embriogic development of the German cockroach. *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera : Blattellidae). Kontyn (Tokyo), 44, 512-225.
- Terekina N.V., 2009.** Economic plants and their diseases, pests and weeds. Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighbouring countries, 2003 – 2009 project.
- Tinzarra W., Tushemereirwe W., Nankinga C. K., Gold C. S., Kashaaja 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.
- Tremblay V.,2019.** Évaluation de différents extraits végétaux et sels organiques et inorganiques pour lutter contre la tache bactérienne de la laitue.pp.45-50
- 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.
- 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.
- 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.

- Valkenburg C., Kashmouir Y., Dao A., wajden GA (Fridus) V der., Slot DE.,2019.** The efficacy of baking soda dentifrice in controlling plaque and gingivitis: A systematic review. *Int J Dent Hyg*;17(2):99-116.
- 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.
- Wagemans, J., Holtappels, D., Vainio, E., Rabiey, M., Marzachi, C., Herrero, S., ..., Turina, M., 2022.** Devenir viral : agents de lutte biologique à base de virus pour la protection des plantes. *Revue annuelle de phytopathologie*, 60.
- 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 S. J., Liu Q. M., & Zhang D. F., 2004.** Karst rocky desertification in southwestern China : geomorphology, landuse, impact and rehabilitation. *Land degradation & development*, 15(2), 115-121.
- 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 obliqua* to three major ester host plant volatiles. *Insect Molecular Biology*.

Références bibliographiques

- Wen, X., Stoffolano Jr, J. G., Greamo, B., Salemme, V., Piñero, J.C., 2022.** Effets du jus de raisin C oncord dilué contenant du chlorure de sodium et de certains composés contenant du bore sur l'attraction, la consommation, les contractions musculaires des cultures et la mortalité de *Drosophila suzukii* M atsumura adulte (Diptera : D rosophilidae). Pest Management Science, 78(2), 703-710.
- Werrie P. Y., (2022).** Essential oils as potential botanical insecticide against rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* P.) by trunk injection. pp34-44
- Werrie, P. Y., Juillard, A., Heintz, C., Brisset, M. N., Fauconnier, M.L., 2022.** Phytotoxicity and Plant Defence Induction by *Cinnamomum cassia* Essential Oil Application on *Malus domestica* Tree : A Molecular Approach. Agronomy, 12(2), 512.
- Widmark A.K., 2010.** The late blight pathogen, *Phytophthora infestans* (Vol. 2010).
- Wiens, A. W., & Gilbert, L. I. 1967.** Regulation of carbohydrate mobilization and utilization in *Leucophaea maderae*. *Journal of Insect Physiology*, 13(5), 779-794.
- Wigglesworth V.B., 1972.** The principales of insect physiology. Seventh Edition. Chapman and Hall, London. 827 pp.
- William A.V.M.L., George J.R., Shiffriss, 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
- 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) :1332–137 *Biochim Biophys Acta* 1701 :1–14.
- Wu X., & Appel A. G., (2017).** Insecticide resistance of several field-collected *German cockroach* (*Dictyoptera : Blattellidae*) strains. *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1203-1209.
- Merad Y, Derrar H, Taleb A., 2022.** Revue des Maladies Respiratoires Actualités 14 (1), 169.
- Yalei Li, Xiaoying Lan, Kun Qian, Jinlin Liu, Zongqing Wang., 2021.** *Journal d'entomologie Asie-Pacifique* 24 (4), 1158-1163.

Références bibliographiques

Yang T., Doherty J., Zhao, B., Kinchla A. J., Clark J. M., He, L., 2017. Effectiveness of commercial and homemade washing agents in removing pesticide residues on and in apples. *Journal of agricultural and food chemistry*, 65(44), 9744- 9752.

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.

Yankell S. L., Emling, R. C., Petrone, M. E., Rustogi, K., Volpe, A. R., DeVizio, W., Proskin, H. M. (1999). A six-week clinical efficacy study of four commercially available dentifrices for the removal of extrinsic tooth stain. *The Journal of clinical dentistry*, 10(3 Spec No), 115-118.

Younoussou, R. A. B. O., Abdou, M. A., Abdou, L., Mahamane, A. 2021. Effets comparés de quelques biopesticides et d'un pesticide chimique (cyperméthrine 10 EC) sur les insectes ravageurs et maladies parasitaires du Niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 9(4), 710-717.

Yu, J., Wu, J., Zhang, Y., Guo, L., Cong, X., Du, Y., ... & Wang, J. (2012). Concurrent highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection accelerates *Haemophilus parasuis* infection in conventional pigs. *Veterinary microbiology*, 158(3-4), 316-321.

Yamanaka, N., Rewitz, K. F., O Connor, M. B., 2013. Ecdysone Control of Developmental Transitions: Lessons from *Drosophila* Research. *Annu. Rev. Entomol.* 58.

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://mon.univ-montp2.fr/index.php>, consulté le 21/05/2022).

www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects, Consulté le 27/5/2022).

<https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 20/05/2022).

Références bibliographiques

<https://www.persee.fr/doc/bsef>, consulté le 28/05/2022).

<http://recif-tapete.fr>, consulté le 09/05/2022).

<https://images-eu.ssl-images-amazon.com/images>, consulté le 29/05/2022).

www.greelane.com, consulté le 26/03/2022).

www.Wikipédia.fr, consulté le 27/04/2022).

[https://www.doctissimo.fr/beaute/beaute-naturelle/autres-ingredients naturels/bicarbonate-de-soude](https://www.doctissimo.fr/beaute/beaute-naturelle/autres-ingredients_naturels/bicarbonate-de-soude), consulte le 05/05/2022).

<https://www.slideshare.net/chandiniamaan/reproductive-system-in-insects>, Consulté,
Le 20/03/2022).

Annexe 1 : Données statistiques

Tableau 1 : Effet de *Ricinus communis* (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire}$ d'ovaires) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	58351,8	29175,9	226,80	0,000
Age	2	20742,8	10371,4	80,62	0,000
Traitement *âge	4	2350,9	587,7	22,08	0,000
Erreur	18	479,2	26,6		
Total	26	81924,7			

Tableau 2 : Effet de bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire}$ d'ovaires) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	59198,1	29599,1	50,00	0,000
Age	2	9451,6	4725,8	7,98	0,002
Traitement *âge	4	12372,8	3093,2	85,69	0,000
Erreur	18	649,7	36,1		
Total	26	81672,3			

Tableau 3 : Effet de *Ricinus communis* (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire}$ d'ovaires) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	46168,1	13599,1	48,00	0,000
Age	2	8351,6	5015,8	8,05	0,000
Traitement *âge	4	15872,8	2993,2	79,69	0,000
Erreur	18	632,7	40,1		
Total	26	90182,3			

Tableau 4 : Effet de bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* en fonction de l'âge : analyse de la variance à deux critères de classification (ANOVA).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	10480,1	29023,1	16,00	0,000
Age	2	9811,6	5525,8	9,98	0,002
Traitement *âge	4	14872,8	2863,2	97,69	0,000
Erreur	18	701,7	22,9		
Total	26	78872,3			

Tableau 5 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 2 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1)

Source	DDL	SomCar	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	13284,3	6642,15	159,80	0,000
Erreur	6	249,4	41,57		
Total	8	13533,7			

Tableau 6 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 4 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	31159,9	15579,9	565,17	0,000
Erreur	6	165,4	27,6		
Total	8	31325,3			

Tableau 7 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en protéines ovariennes ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 6 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1).

Source	DDL	Som Car	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	16258,6	8129,28	757,45	0,000
Erreur	6	64,4	10,73		
Total	8	16322,9			

Tableau 8 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 2 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1).

Source	DDL	SomCar	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	7270,5	3635,26	67,12	0,000
Erreur	6	325,0	54,16		
Total	8	7595,5			

Tableau 9 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 4 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1).

Source	DDL	SomCar	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	49116	24558,1	27,85	0,000
Erreur	15	13226	881,8		
Total	17	62342			

Tableau 10 : Effet de *Ricinus communis* et le bicarbonate de soude (DL50) administrés par ingestion, sur le contenu en glucides ovariens ($\mu\text{g/paire d'ovaires}$) chez les femelles adultes de *Blattella germanica* après 6 jour de traitement : ANOVA à un facteur contrôlé (AV1).

Source	DDL	SomCar	CM	Fobs	Valeur de p
Traitement	2	58716	29358,0	30,42	0,000
Erreur	24	23165	965,2		
Total	26	81881			