

ESSAI DE TOXICITÉ ORALE AIGÛE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *CYMPOBOGON CITRATUS* CHEZ LES RATS FEMELLES ET PERSPECTIVE DE LUTTE CONTRE *Alphitobius Diaperinus* (COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE) EN ÉLEVAGE AVICOLE EN CÔTE D'IVOIRE



ACUTE ORAL TOXICITY TEST OF THE ESSENTIAL OIL OF *CYMPOBOGON CITRATUS* IN FEMALE RATS AND PROSPECTS FOR THE CONTROL OF *Alphitobius Diaperinus* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) IN POULTRY FARMING IN THE IVORY COAST

| Jacques Léonce K. Yao ^{1, 2*} | Jean Pierre Boga ¹ | Kouakou Koffi Roger ¹ | Jean Baptiste Gnélié Gnahoua ³ | and | Félicia Johnson ^{1, 2} |

¹ Université Félix Houphouët-Boigny | UFR-Biociences | Laboratoire des Milieux Naturels et Conservation de la Biodiversité | UPR-Entomologie | Abidjan | Côte d'Ivoire |

² Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (Wascal-ci / CEA-CCBAD) | 22 BP 582 Abidjan 22 |

³ Université Paléforo Gon Coulibaly | Institut de Gestion de l'Agriculture et des pâturages |

| Received October 01, 2021 |

| Accepted October 11, 2021 |

| Published October 26, 2021 |

| ID Article | Jacques-Ref12-ajira0101021 |

RESUME

Introduction : En Côte d'Ivoire, la majorité des volières traditionnelles sont infestées par le Coléoptère *Alphitobius diaperinus*. Ce Coléoptère est susceptible de transmettre de maladies mortelles à la volaille, causer d'importants dégâts structuraux aux bâtiments d'élevage et occasionner ainsi de grosses dépenses énergétiques. Alors que *A. diaperinus* représente un danger pour la volaille et la structure des bâtiments avicoles fermés, les agriculteurs Ivoiriens dotent de plus en plus leurs fermes de ces constructions modernes vulnérables. Il se pose donc ici avec acuité, la nécessité de lutter contre ce Coléoptère pour réduire sa pression sur nos élevages de volaille. **Objectif :** l'objectif de cette étude a été d'évaluer la toxicité orale aiguë de *Cymbopogon citratus* chez les rats afin de proposer un moyen efficace de lutter contre *A. diaperinus* dans les bâtiments avicoles sans nuire à la santé de la volaille.

Méthodes: La toxicité de l'huile essentielle de *C. citratus* a été réalisée sur des rats femelles Wistar à la dose unique de 5000 mg/kg. Le lot témoin a reçu 0,5 ml/100 g de p.c d'huile d'olive extrait vierge. Les comportements des animaux ont été observés pendant 14 jours. Les résultats ont montré que la dose létale 50% (DL₅₀) est strictement supérieure à 5000 mg/Kg de p.c. Aucun changement dans l'apparence physique générale n'a été observé. Tous les animaux traités ont connu une évolution pondérale positive et régulière. Cependant, les gains pondéraux des rats femelles traitées ont montré une réduction significative comparativement aux témoins (P=0,0001). Les poids relatifs des organes (reins, foie, rat, cœur, et poumons) prélevés chez les rats à la fin des 14 jours, n'ont pas significativement varié. Les analyses biochimiques n'ont montré aucune différence significative par rapport au témoin (P>0,05). L'étude histopathologique n'a révélé aucun cas d'anomalie structurale, de nécrose et d'apoptose cellulaire hépatique. L'huile essentielle de *C. citratus* n'est pas toxique pour les rats par voie orale à la dose de 5000 mg/kg.

Conclusion : Ainsi, les traitements à base d'huile essentielle de *C. citratus* qui pourraient être appliqués à des doses beaucoup plus faibles dans les bâtiments (comparés à la dose d'essai de 5000 mg/kg), ne saurait donc être nuisibles aux poulets en élevage. Elle pourrait donc être utilisée sans risque dans les bâtiments avicoles pour lutter contre *A. diaperinus* si elle s'avère efficace.

Mots clés : Toxicité ; huile essentielle ; *Cymbopogon citratus* ; lutte contre *A. diaperinus* ; bâtiments avicoles.

ABSTRACT

Background: In Côte d'Ivoire, the majority of traditional poultry houses are infested by the beetle *Alphitobius diaperinus*. This beetle is susceptible to transmit fatal diseases to poultry, cause important structural damage to the houses of breeding and thus, cause high energy expenses. While *Alphitobius diaperinus* represents a danger for poultry and the structure of closed poultry houses, Ivorian farmers are increasingly equipping their farms with these vulnerable modern constructions. It is therefore necessary to fight against this beetle to reduce its pressure on our poultry farms. **Objective:** The objective of this study is to evaluate the acute oral toxicity of *Cymbopogon citratus* in rats and to propose an effective way to control *A. diaperinus* in poultry houses without adverse effect on hens. **Methods:** The toxicity of *C. citratus* essential oil was performed on female Wistar rats at a single dose of 5000 mg/kg. The control lot received 0.5 ml/100 g of virgin olive oil extract. The animals' behaviors were observed for 14 days. **Results:** The results showed that the 50% lethal dose (LD₅₀) was strictly greater than 5000 mg/Kg bw. No changes in general physical appearance were observed. All treated animals showed a positive and regular change in weight. However, the weight of treated female rats decreased significantly compared to controls (P=0.0001). After 14 days of observation, organ weights (kidney, liver, rat, heart, and lung) of the rats did not change significantly. Biochemical analysis of internal fluids showed no significant difference from the control (P>0.05). Histopathological study revealed no structural abnormalities, necrosis and hepatic cell apoptosis. **Conclusion:** The essential oil of *C. citratus* is not toxic to rats by the oral route at the dose of 5000 mg/kg. Thus, treatments with essential oil of *C. citratus*, which will be applied at much lower doses in poultry houses, (compared to the test dose of 5000 mg/kg) wouldn't be harmful to chickens in breeding. Therefore, it could be safely used in poultry houses to control *A. diaperinus*.

Key words: Toxicity; essential oil; *Cymbopogon citratus*; control of *Alphitobius diaperinus*; poultry houses.

1. INTRODUCTION

La filière avicole est un maillon essentiel du système de production animale en Côte d'Ivoire [1]. Elle constitue le principal débouché pour les produits agricoles et les sous-produits agro-industriels [2]. La pression parasitaire due à la mauvaise gestion de la litière entraîne la prolifération de certains insectes nuisibles. Parmi ces insectes figure *Alphitobius diaperinus* à qui de nombreux dommages ont été attribués dans les bâtiments d'élevages avicoles [3]. Cette situation impose aux acteurs de la filière « avicole » la recherche de technique de lutte contre les insectes aviaires, principalement *A. diaperinus* sans nuire à la santé de la volaille.

Plusieurs travaux de recherche ont démontré les propriétés antifongiques, antibactériennes et insecticides des huiles essentielles de *C. citratus* [4]. Elles sont connues à la fois pour leurs propriétés aromatisantes et antimicrobiennes et leurs faibles toxicités comparées à celle des additifs alimentaires synthétiques [5]. De même, les restrictions imposées par les organismes internationaux quant à l'utilisation des insecticides de synthèse chimique à cause des risques sanitaires et environnementaux [6] suscitent de plus en plus l'utilisation des huiles essentielles dans la lutte contre les insectes ravageurs [4]. Cependant, l'utilisation des huiles essentielles pour la lutte contre *A. diaperinus* pourrait entraîner des intoxications des poulets en élevage lorsque les doses de traitement appliquées à la litière ne seraient pas maîtrisées. Afin de s'assurer que l'huile essentielle de *C. citratus* ne présente aucun risque sanitaire, la toxicité aiguë de cette huile a été étudiée chez les rats femelles Wistar.

2. MATERIELS AND METHODES

2.1. Matériels

2.1.1. Matériel biologique animal : Le matériel biologique animal est composé de rats femelles de souche Wistar, âgées de 8 à 12 semaines nullipares, non gravides et vierges avec un poids compris entre 134 - 135 g. Ces animaux provenaient du vivarium de Biosciences de l'université Houphouët Boigny. Ils ont été élevés dans des pièces à température stable (24 ± 5 °C). Les animaux ont été nourris à l'aide d'aliment fournie par Ivograin-Abidjan (Côte d'Ivoire).

2.1.2. Matériel biologique végétal : Le matériel végétal est composé d'huiles essentielles extrait de feuilles de plantes médicinales obtenue à partir de *Cymbopogon citratus* (Poaceae). Ces feuilles ont été récoltées à Bingerville ville située à 18 km d'Abidjan.

2.1.3. Matériel technique : Le matériel de laboratoire est constitué d'une sonde gastrique pour gaver les animaux, de tubes secs servant à recueillir le sang, d'une balance et d'un analyseur automatique Hitachi model 704 pour l'analyse biochimique.

2.2. Méthodes

2.2.1. Toxicité orale aiguë

2.2.1.1. Choix de la dose : La méthode décrite par la ligne directrice européenne 423 de l'OCDE (2001) a été utilisée. En se référant à l'utilisation traditionnelle et à la littérature [6, 7], la dose limite de 5000 mg/kg de p. c a été choisie comme dose initiale.

2.2.1.2. Traitement des animaux : Pendant 8 heures de temps, les animaux ont été privés de nourriture mais ont eu accès à l'eau potable. Après le jeûne, les animaux ont été pesés et la substance d'essai leur a été administrée oralement par gavage à l'aide d'une sonde gastrique appropriée. Le lot témoin a reçu 0,5 ml/100 g de p. c d'huile d'olive extrait vierge, tandis que le lot traité a reçu une dose unique de 5000 mg/kg de p. c d'huile essentielle de *C. citratus*. Les animaux ont été observés régulièrement, pendant les 30 premières minutes, après 4 heures, 24 heures et quotidiennement pendant 14 jours. Les éventuels signes cliniques observés ont été notés.

2.2.2. Effet de *Cymbopogon citratus* sur le poids des organes : A la fin des 14 jours d'observation, les animaux ont été sacrifiés par décapitation après anesthésie à l'éther. Une partie du sang a été recueillie dans des tubes secs pour l'analyse biochimique. Les animaux ont été disséqués et les organes vitaux que sont le rein, le cœur, le foie, la rate et les poumons ont été prélevés, rincés dans du NaCl 10 % puis pesés. Les organes ont été conservés au formol 10 % pour des études histopathologiques [8,9]. Le poids relatif de chaque organe a été déterminé selon la formule :

$$\text{Poids relatif} \left(\frac{\text{g}}{100\text{g}} \text{ de p. c} \right) = \frac{\text{poids de l'organe}}{\text{Poids corporel}} \times 100 \quad (1)$$

pc: poids corporel.

2.2.3. Effet de *Cymbopogon citratus* sur les paramètres biochimiques : A l'aide d'une centrifugeuse de type Rotofix 32 A (Germany), le sang prélevé dans les tubes secs a été centrifugé à 3000 tours/min pendant 4 min. Le sérum a été prélevé dans des tubes Eppendorfs et conservée au congélateur afin de doser les différents paramètres biochimiques. L'urée a été dosée par les méthodes enzymatiques colorimétriques. La détermination des activités

enzymatiques des transaminases telles que l'Alanine-aminotransférase (ALAT) et l'Aspartate aminotransférase (ASAT) et de la créatinine a été effectuée par la méthode cinétique.

2.2.4. Etude histopathologique : Après fixation, les organes ont été déshydratés à différents bains croissants d'alcool et éclaircis au toluène. Les organes ont été par la suite imprégnés puis inclus dans de la paraffine. Les coupes ont été réalisées à l'aide d'un microtome de type Leica RM 2125 RTS® puis colorées à l'aide d'hématoxyline-éosine. Les observations ont été faites au microscope de type Olympus CKX41 (Germany) connecté à un ordinateur équipé du logiciel Videomet.

2.2.5. Analyse statistique : Les analyses statistiques des résultats ont été réalisées en utilisant le logiciel STATISTICA version 7.1. Les valeurs sont présentées sous forme de moyenne $\pm$ erreur standard. Les degrés de signification entre lots traités et témoin ont été mesurés par le test (t) de Student. Si $p < 0,05$, la différence entre les valeurs est considérée comme significative.

3. RESULTS

3.1. Effets de *Cymbopogon citratus* sur le comportement et la mortalité des animaux à la dose unique de 5000 mg/kg p. c

L'administration de la dose unique de 5000 mg/kg p. c de *C. citratus* aux animaux a montré des manifestations d'agitation d'environ 2 à 3 minutes et un sommeil chez les traités durant les 30 premières minutes après le gavage comparativement aux témoins. Cependant, aucun changement dans l'apparence physique générale n'a été observé après 30 minutes et durant la période de 14 jours d'observation comparativement aux témoins ayant reçus de l'huile d'olive. Aucune manifestation de tremblements, de convulsions, de salivation, de diarrhée, de coma, ou de comportements anormaux tels que la marche à reculons n'ont été observés comparativement aux témoins (Tableau I).

3.2. Dose létale 50

L'administration des doses de 5000 mg/Kg de p.c de l'huile de *Cymbopogon citratus* n'a pas provoqué de mort au bout de 14 jours d'observation. Selon le système général harmonisé (SGH) de l'OCDE, la DL_{50} serait strictement supérieure à 5000 mg/Kg de p.c.

3.3. Effets de *Cymbopogon citratus* à la dose unique de 5000 mg/Kg p. c sur la croissance pondérale des rats femelles

Tous les animaux traités ont connu une évolution pondérale positive et régulière pendant les 14 jours d'observation. Les gains pondéraux des rats femelles traitées à la dose unique 5000 mg/Kg de p. c de *C. citratus* et des témoins sont respectivement de $12,18 \pm 2,38$ et $18,10 \pm 1,56$ %. Ces valeurs montrent une réduction significative ($P=0,02$) du gain pondéral des rats femelles traitées comparativement aux témoins (Figure 1).

3.4. Effets de *C. citratus* à la dose unique de 5000 mg/kg p. c sur le poids relatif des organes vitaux des rats femelles

Le poids relatif du cœur, des reins, du foie, de la rate et des poumons a été respectivement de $0,42 \pm 0,03$; $0,44 \pm 0,03$; $0,61 \pm 0,01$; $4,12 \pm 0,41$ et $0,84 \pm 0,23$ g pour les traités. Ceux des témoins ont été respectivement de $0,48 \pm 0,01$; $0,62 \pm 0,001$; $3,67 \pm 0,16$; $0,38 \pm 0,03$ et $1,14 \pm 0,38$ g.

Tableau 1: Signes cliniques de toxicité observés chez les rats femelles traitées avec l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* à 5000 mg/Kg de pc.

Observations	30 min		4h		24h		48h		1 Semaine		2 Semaines	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
Fourrure	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Yeux	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Muqueuse	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Salivation	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Léthargie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sommeil	N	+	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Coma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Convulsion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tremblement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diarrhée	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Morbidité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mortalité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C = Contrôle ; T = Traité ; N = Normal ; - = Rien ; + = Présence.

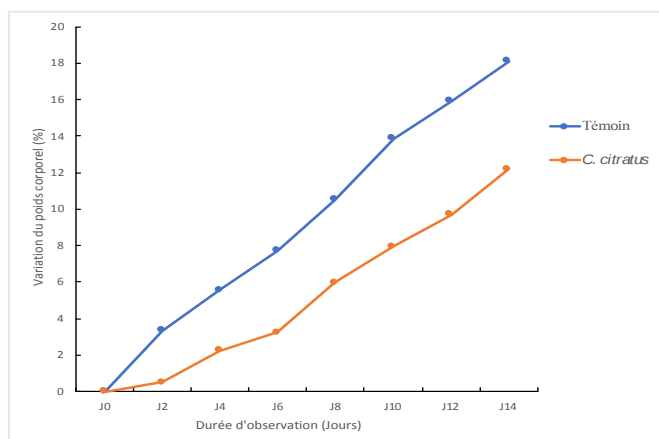


Figure 1 : Effets de *Cymbopogon citratus* à 5000 mg/Kg de p.c par voie orale sur les poids corporels des rats femelles adultes.

La comparaison des poids relatifs des organes des rats femelles traités à ceux de leurs témoins respectifs ne montre aucune différence significative ($p > 0,05$) (Tableau II).

3.5. Effets de *C. citratus* à la dose unique de 5000 mg/Kg p.c sur les paramètres biochimiques des rats femelles

L'administration de *C. citratus* ne provoque pas de variation significative ($p > 0,05$) des paramètres biochimiques chez les traités comparativement à leurs témoins respectifs. Les valeurs de l'urée, de la créatinine et d'alanine aminotransférase bien qu'inférieures à celles des témoins n'ont montré aucun changement significatif ($p > 0,05$) (Tableau III).

3.6. Effets de *C. citratus* sur les paramètres histologiques des rats femelles

L'étude histopathologique réalisée sur le foie (Figure 2) et le rein (Figure 3) n'ont révélé ni d'anomalie structurale, ni d'inflammation, ni de nécrose cellulaire hépatique, ni d'apoptose, chez les rats traités avec les huiles essentielles de *C. citratus*.

Tableau 2 : Effets de *C. citratus* à 5000 mg/Kg p. c sur le poids relatif des organes chez les rats femelles

Poids relatifs d'organes (g/100g de p. c)

Traitement	Rein	Cœur	Foie	Rate	Poumon
Témoin	0,62 ± 0,001 ^a	0,48 ± 0,01 ^a	3,67 ± 0,16 ^a	0,38 ± 0,03 ^a	1,14 ± 0,38 ^a
<i>C. citratus</i>	0,61 ± 0,01 ^a	0,42 ± 0,03 ^a	4,12 ± 0,25 ^a	0,44 ± 0,03 ^a	0,84 ± 0,23 ^a
t	1,01	2,33	- 1,74	-2,24	1,15
ddl	1	1	1	1	1
p	0,49	0,08	0,15	0,08	0,31

Dans une même colonne, les valeurs affectées de la même lettre différente ne sont significativement différentes au seuil de 5%

Tableau 3 : Effets de *C. citratus* à 5000 mg/Kg p. c sur les paramètres biochimiques des rats

Traitement	URE (mmol/l)	CR (mg/l)	AST (UI/L)	ALT (UI/L)
Témoin	0,28 ± 0,01 ^a	3,33 ± 0,57 ^a	227,66 ± 14,57 ^a	67,33 ± 12,66 ^a
<i>C. citratus</i>	0,23 ± 0,04 ^a	3,00 ± 0,001 ^a	215,00 ± 7,93 ^a	64,00 ± 26,45 ^a
ddl	1	1	1	1
t	1,62	1	1,32	0,19
p	0,17	0,37	0,25	0,8

Dans une même colonne, les valeurs affectées de la même lettre différente ne sont significativement différentes au seuil de 5%

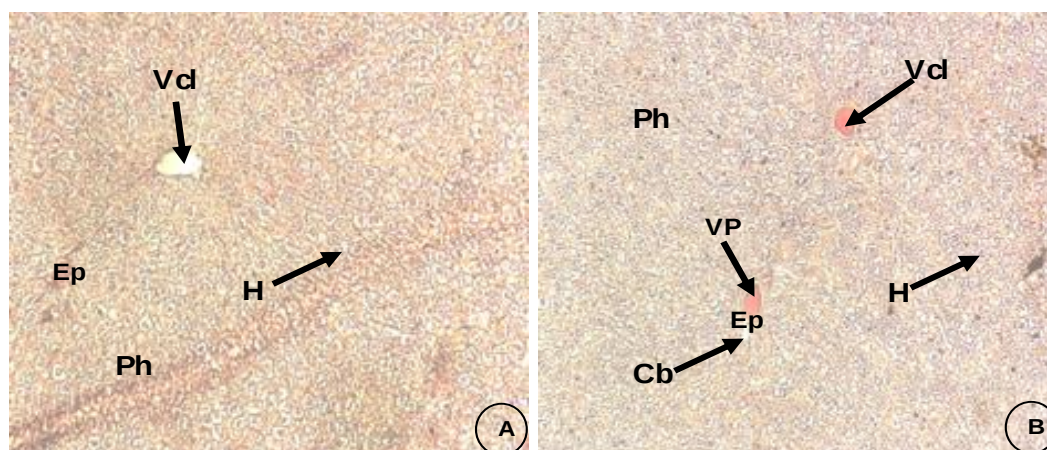


Figure 2 : Coupes histologiques du foie de rattes femelles dans l'étude de la toxicité aiguë. (G x 40; coloration Hémalum éosine: HE). **Cb:** Canalicule biliaire; **Ep:** Espace porte; **H:** Hépatocyte; **Ph:** Parenchyme hépatique; **Vcl:** Veine centrolobulaire; **VP:** Veine porte.

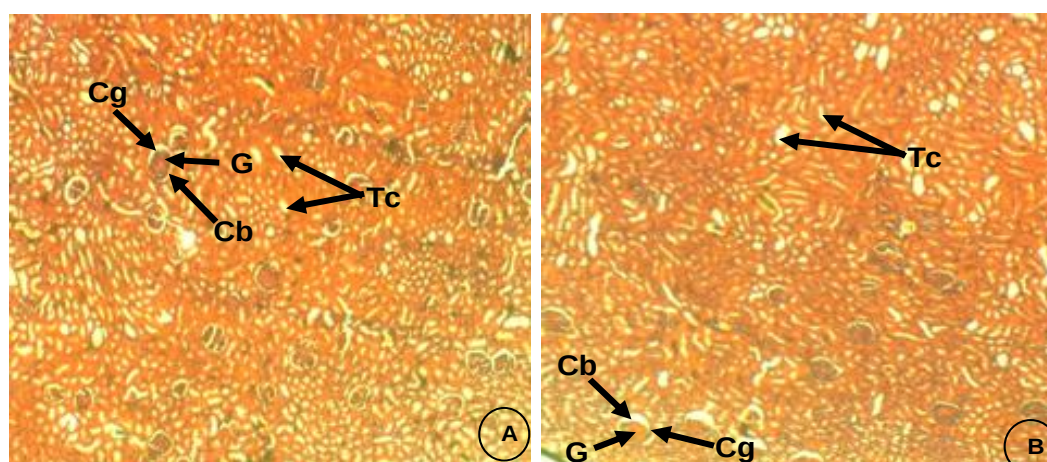


Figure 3 : Coupes histologiques du rein de rattes femelles dans l'étude de la toxicité aiguë. (G x 40; coloration : Hématoxyline-éosine) ; **Cb :** Capsule de Bowman; **Cg:** Chambre glomérulaire; **G:** glomérule; **Tc:** Tube contourné ; **A:** Rat femelle témoin ; **B:** Rat femelle traité.

4. DISCUSSION

A l'issue du test d'évaluation de la toxicité aiguë, la dose létale 50 (DL_{50}) a été estimée supérieure à 5000 mg/kg p. c par voie orale. Selon le système général harmonisé (SGH) d'étiquetage des produits chimiques [10], l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* peut être classée dans la catégorie 5 ou non classés. L'estimation de la DL_{50} à une valeur supérieure à 5000 mg/Kg montre que ces biopesticides seraient relativement inoffensifs [11]. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que *Cymbopogon citratus* est traditionnellement consommée sous forme de thé. Mais peut être utilisé comme ingrédient dans les plats. Cette observation corrobore celle d'autres auteurs [12]. Ces derniers ont montré que la DL_{50} de l'extrait aqueux de *Cymbopogon citratus* (Poaceae) est aussi supérieure à 5000 mg/kg de pc. Ces résultats sont proches de ceux de [13, 14] qui ont montré que la DL_{50} de l'huile de *C. citratus* est supérieure à 2000 mg/Kg p. [15] ont rapporté une valeur de DL_{50} de 3250 mg/kg de p. c. Les différentes doses létales obtenues par ces auteurs pourraient se justifier soit par la méthode choisie, soit par l'âge des animaux utilisés dans l'expérience ou soit par le mode d'administration des produits.

L'huile essentielle de *C. citratus* administrée par voie orale à la dose de 5000 mg/kg par p. c chez les rats femelles n'a entraîné aucun décès au long de l'étude. Aucun changement n'a été observé au bout des 14 jours d'observation. Ce résultat suggère que ce biopesticide présente de très faibles risques pour la santé à dose unique. Ces observations sont en accord avec ceux de [16]. En effet, ces auteurs n'ont observé aucun décès de rats traités avec une infusion de tige de *C. citratus* aux doses de 13 et 130 mg/kg de p.c pendant 28 jours. Une absence d'effets toxiques de cette huile a également été constatée chez les ratons lorsqu'une infusion a été administrée avant l'accouplement ou pendant la gestation [16]. Lors d'une étude similaire [17] n'ont observé aucun signe de toxicité chez les rats après l'injection de dose unique d'huile de *C. citratus* variant de 5 à 1 500 mg/kg. À la dose de 2000 mg/kg, un seul mort a été observé dans le groupe. En revanche, des signes de toxicités ont été relevés chez les animaux qui ont reçu des doses supérieures à 3 000 mg/kg pendant 21 jours [17]. Des auteurs ont aussi observé la mortalité des rats à des doses de 3000 et 3500 mg/Kg p. c respectivement le premier jour et 4 heures après leur gavage à dose unique [15].

Pour évaluer l'effet toxique d'une substance, le poids corporel, la prise de nourriture et les comportements généraux qui sont les premiers signes de toxicité doivent être vérifiés [18, 19]. Ainsi, durant les 14 jours de l'étude, les rattes femelles ont connu une évolution pondérale positive et régulière. Cela pourrait expliquer la non toxicité de l'huile essentielle de *C. citratus*. Comparativement aux rats femelles témoins, l'huile essentielle de *C. citratus* a diminué de façon significative la croissance pondérale des rats femelles. Cette observation se justifierait par le fait que les espèces du genre *Cymbopogon* induisent une perte pondérale. Ces résultats rejoignent ceux de plusieurs auteurs [20]. Ces auteurs ont montré que l'extrait aqueux des feuilles fraîches du *C. citratus* (500 mg/ kg/42 jours) a entraîné une activité hypoglycémiant et hypolipidémiant dose dépendante chez des rats mâles Wistar normoglycémiques. Certaines recherches ont montré que la prise orale quotidienne à jeûn de 125 à 500 mg/kg de l'extrait aqueux des feuilles fraîches de *C. citratus* réduit la glycémie et les paramètres lipidiques normaux, des rats mâles Wistar pendant 42 jours [12]. Les mécanismes d'action impliquent une hypersécrétion d'insuline et une augmentation de l'utilisation périphérique du glucose [12].

Cette perte pondérale serait due à l'activité des monoterpènes, principalement le néral. En effet, les travaux de [21, 22] en Côte d'Ivoire ont montré que cette huile est majoritairement riche en néral. Les monoterpènes seul ne sauraient justifier la diversité des activités de l'huile car la présence des composés tels les alcools, les aldéhydes, les cétones et les phenylpropanes pourraient agir par synergie ou addition d'effet. Selon [23], les huiles ont un effet sur l'organisme des animaux à travers leur composé qui réduiraient la consommation des aliments, mais aussi, la possibilité d'interactions dose/absorption et la diminution de la quantité de nourriture absorbée. L'examen macroscopique des différents organes prélevés (reins, foie, cœur, rate et poumons), ont montré aucun changement au niveau de la taille et la forme des organes traités comparé aux témoins. Ceci, suggère qu'aucun changement nuisible et aucun trouble morphologique n'ont été induits par l'administration de l'huile.

Généralement, les altérations de la masse relative des organes reflètent la toxicité après l'exposition à une substance toxique. Le cœur, le foie, les reins, la rate et les poumons sont les premiers organes affectés par la réaction métabolique provoquée par le toxique [24]. La comparaison de la masse relative de ces organes n'a montré aucune différence significative avec ceux du témoin.

La toxicité hépatorénale a été étudiée par le dosage des paramètres biochimiques. L'alamine aminotransférase (ALT) est une enzyme sécrétée dans les cellules hépatiques d'où elle est libérée dans le sang en cas de nécrose cellulaire hépatique [25]. L'aspartate aminotransférase (AST) est également un indicateur de la destruction des hépatocytes même si en plus du foie on la retrouve dans le cœur, les muscles squelettiques, les poumons et les reins [25]. Les taux de ALT et de AST s'élèvent rapidement lorsque le foie et les autres organes sont endommagés pour diverses raisons incluant les nécroses cellulaires hépatiques, l'hépatite, l'hémolyse, les cirrhoses ainsi que l'hépatotoxicité de certaines drogues [25]. Aucune différence significative n'a été observée au niveau des transaminases des rats femelles traitées comparée aux témoins. Ces observations corroborent ceux de [16,13]. Ces auteurs ont montré que les taux de AST et de ALT chez les rats traités par infusion de tiges de *C. citratus* n'étaient pas significativement différents ($p > 0,05$) de ceux des rats témoins. Ces résultats corroborent ceux de [26].

L'examen histopathologique des organes et des tissus est le meilleur moyen d'évaluer les changements pathologiques liés au traitement, ce qui confirme encore l'altération de leur structure cellulaire [13]. Les examens histopathologiques du foie et des reins des animaux traités et témoins n'ont révélé aucuns changements pathologiques. Le résultat montre une morphologie hépatocellulaire normale, une structure normale sans aucun signe de nécrose et d'inflammation. De même, toutes les sections du rein présentaient une architecture glomérulaire normale et un parenchyme interstitiel tubulaire typique, sans nécrose vasculaire ni modification.

A ce stade, on est en droit de dire que l'huile essentielle de *C. citratus* peut être appliquée en essai dans les bâtiments avicoles pour la lutte contre *A. diaperinus* sans aucun risque sanitaire pour la volaille. Ceci pour 3 raisons :

1. Les résultats de ces tests attestent que l'huile essentielle de *C. citratus* n'est pas toxique pour les rats par voie orale à la dose de gavage de 5000 mg/kg et donc ne saurait l'être pour les poulets dont le poids corporel est au moins 15 fois plus important que celui des rats tests.
2. La dose d'huile essentielle de *C. citratus* prévue pour le traitement de la litière en bâtiments avicole est 10^5 fois inférieure à la dose de 5000 mg/Kg de p.c aux rats. Si la dose de 5000 mg/Kg de p.c qui a été directement administrée aux animaux n'a pas été toxique, on peut aisément en déduire que celle qui est 10^5 inférieure n'aura également aucun risque sur les animaux en élevage.
3. Non seulement la dose de l'huile essentielle de *C. citratus* d'appliquée en bâtiment reste extrêmement faible, mais elle n'est pas aussi directement administrée par voie orale aux animaux d'élevage. Le traitement est appliqué à la litière des bâtiments avicoles. En plus, le dispositif alimentaire dans les bâtiments d'élevage ne permet pas à la volaille d'ingérer oralement l'huile essentielle de *C. citratus* ayant servie au traitement de la litière. Ceci élimine totalement la possibilité d'une éventuelle contamination si elle devrait exister.

5. CONCLUSION

L'huile de *Cymbopogon citratus* administrée par voie orale a une dose létale 50 (DL₅₀) supérieure à 5000 mg/kg ; Ce qui permet de le classer dans la catégorie des substances non toxiques. Aucun signe de toxicité du point de vue comportemental n'a été observé chez les rats femelles traités comparées aux contrôles. En outre, l'huile de *Cymbopogon citratus* a induit un changement au niveau du gain pondéral chez les rats femelles. Aucune modification significative des paramètres biochimiques, hématologiques et histologiques n'ont été observées.

L'huile essentielle de *C. citratus* n'est pas toxique pour les rats par voie orale à la dose de 5000 mg/kg ; par conséquent, elle ne saurait être nuisible pour les poulets. Elle pourrait donc être utilisée sans risque dans les bâtiments avicoles pour lutter contre *A. diaperinus*.

Des essais de lutte en bâtiments avicoles devraient être réalisés pour évaluer l'efficacité de l'huile de *Cymbopogon citratus* en milieu réel sur le contrôle *A. diaperinus*.

Reconnaissance : Nous sommes reconnaissants au Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA-CCBAD) pour avoir aidé au financement de cette étude. Nous remercions également le laboratoire d'Endocrinologie et Biologie de la Reproduction de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan, qui nous a permis d'effectuer cette étude au sein de leur laboratoire.

6. REFERENCES

1. ANADER. Journées ivoiriennes de l'aviculture 2018 : l'Anader aux côtés des éleveurs. 2018. Available : http://www.gestion.anader.ci/journees_ivoiriennes_aviculture. Accessed 10 mars 2019. http://www.gestion.anader.ci/journees_ivoiriennes_aviculture. Accessed 10 mars 2019.
2. FIRCA. La Filière du progrès : la filière avicole : n° 18. 2017. Available : <https://firca.ci/wp-content/uploads/2019/02/LaFiliereDuProgres18.pdf>. Accessed 07 mai 2019.
3. Geden CJ, and Hogsette JA. Research and Extension Needs for Integrated Pest anagement for Arthropods of Veterinary Importance. Proceedings of a Workshop in Lincoln, Nebraska. 1994. 233 pp.
4. Soumanou MM, and Adjou ES. Sweet Fennel (*Ocimum gratissimum*) Oils. In Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety Preedy VR (Ed). Academic Press. 2016 ; 765 - 773. Available : <https://www.doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00087-0>
5. Bassolé IHN, Lamien-Meda A, Bayala B, Tirogo S, Franz C, Novak J, Nebié RC, and Dicko MH. Composition and antimicrobial activities of *Lippia multiflora* Moldenke, *Mentha piperita* L. and *Ocimum Basilicum* L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. *Molecules*. 2010 ; 15 (11) : 7825 - 7839. Available : <https://www.doi.org/10.3390/molecules15117825>.
6. Degnon GR, Adjou ES, Metome G, and Dahouenon-Ahoussi E. Efficacité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et de *Mentha piperita* dans la stabilisation du lait frais de vache au Sud du Bénin. *Journal Biological Chemistry Sciences*. 2016; 10(4): 1894 – 1902. Available: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.37>
7. Kpadonou D, Allanto F, Kpadonou-kpoviessi B, Agbani P, Gbaguidi F, Baba-moussa L, Gbenou J, Moudachirou M, and Kpoviessi S. Relations entre composition chimique, activité antioxydante et toxicité des huiles essentielles de deux espèces de *Cymbopogon* acclimatées au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2019; 13 (2): 1201-1209. Available : <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i2.48>
8. Blahi AN. Effets pharmacologiques de l'extrait aqueux de feuilles de *Sarcocephalus latifolius* (Smith) sur le système reproducteur des rats. Thèse Université Félix Houphouët Boigny Abidjan (Côte d'Ivoire). 2017. 193p.
9. Kouakou KR. Toxicité et effets pharmacologiques de l'extrait aqueux des feuilles de *moringa oleifera* (moringacées) lam 1785 sur le système reproducteur et le tissu osseux d'un modèle animal : *rattus norvegicus* (muridés) souche wistar. Thèse en Biosciences d'Université Félix Houphouët Boigny Abidjan (Côte d'Ivoire). 2019. 187p.
10. OCDE. Ligne directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques-méthode par classe de toxicité aiguë. 2001 ;14p. Available : <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264071018>
11. Hodge HC, and Sterner JH. Determination of substances acute toxicity by LD B50B. Amer. *American Industrial Hygiene Association*. 1943; 10: 93. Available: <https://doi.org/10.12691/ajps-5-3-1>
12. Adeneye AA, and Agbaje EO. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of fresh leaf aqueous extract of *Cymbopogon citratus* Stapf. in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007; 112(3): 440-444. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17513076/>.
13. Lulekal E, Tesfaye S, Christos SG, Dires K, Zenebe T, Zegeye N, Feleke G, Kassahun A, Shiferaw Y, and Mekonnen A. Phytochemical analysis and evaluation of skin irritation, acute and sub-acute toxicity of *Cymbopogon citratus* essential oil in mice and rabbits, *Toxicology Reports*. 2019. Available: <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2019.11.002>.
14. Nakavuma JL, Matasyoh JC, Wagara IN, Kalema J, and Alinaitwe L. Toxicity Studies on Anti-fungal Essential Oils Extracted from Selected Aromatic Plants from Mabira and Kakamega Forests, East Africa. *European Journal of Medicinal Plants*. 2016; 14 (2): 1-14. Available <http://www.sciencedomain.org>
15. Fandohan P, Gnononfin B, Laleye A, Gbenou JD, Darboux R, and Moudachirou M. Toxicity and gastric tolerance of essential oils from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Ocimum basilicum* in Wistar rats. *Food and Chemical Toxicology*. 2008 ; 46 : 2493–2497. Available: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.04.006>
16. Hanisa H, Hadijah H, Rasadee A, and Tarmizi AS. Sub-acute oral administration of *Cymbopogon citratus* stem infusion and its effects on blood biochemical parameters, body and organ weights in rats. *Journal of tropical agriculture and food science*. 2011, 39 (1): 1-7. Available: <http://jtafs.mardi.gov.my/jtafs/39-1/Cymbopogon%20citratus.pdf>
17. Costa CARA, Bidinotto LT, Takahira RK, Salvadori DMF, Barbisan LF, and Costa M. Cholesterol reduction and lack of genotoxic or toxic effects un mice after repeated 21-day oral intake of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil. *Food and Chemical Toxicology*. 2011; 49 (9): 2268-2272. Available: <https://sci-hub.hkvisa.net/>
18. Mbaka GO, Adeyemi OO, and Oremosu AA. Acute and sub-chronic toxicity studies of the ethanol extract of the leaves of *Sphenocentrum jollyanum* (Menispermaceae). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 2010, 1(3): 265 - 272. Available : <http://www.scihub.org/ABJNA>
19. Almança CCJ, Saldanha SV, Sousa DR, Trivilin LO, Nunes LC, Porfírio LC, and Marinhoc BG. Toxicological evaluation of acute and sub-chronic ingestion of hydroalcoholic extract of *Solanum cernuum* Vell. In mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 2011; 138: 508 - 512. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874111007161>
20. Kouame, NM, Kamagate M, Koffi C, Die-Kakou HM, Yao NA R, and Kakou A. (). *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf : ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie. *Phytothérapie*. 2015 ; 14(6) : 384-392. Available : <https://www.sci-hub.hkvisa.net>
21. Camara B. Caractérisation des parasites fongiques et telluriques en Côte d'Ivoire chez les bananes (*Musa* sp) et recherche de méthodes de lutte. Thèse Université Félix Houphouët-Boigny Côte d'Ivoire. 2010. 158p.

22. Kobenan KC, Kouakou BJ, Bini KKN, Kouakou M, Dick AE, and Ochou GO. Effets des Huiles Essentielles de *Ocimum gratissimum* L. et de *Cymbopogon citratus* Stapf sur les Paramètres de Croissance et de Production du Cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*. 2019 ; 1(154): 21-35. Available : <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n21p286>
23. Hilaly JE, Israili ZH, and Lyouss B. Acute and chronic toxicological studies of *Ajuva Iva* in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*. 2004; 91: 43 - 50. Available: <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2003.11.009>
24. Jothy SL, Zakaria Z, Chen Y, Lau YL, Latha LY, and Sasidharan S. Acute oral toxicity of methanolic seed extract of *Cassia fistula* in mice. *Molecules*. 2011; 16: 5268 - 5282. Available : <https://www.doi.org/10.3390/molecules16065268>
25. Dufour DR, Lott JA, Nolte FS, Gretch DR, Koff RS, and Seeff LB. Diagnosis and monitoring of hepatic injury II. Recommendation for use of laboratory tests in screening, diagnosis and monitoring. *clinical chemistry*. 2000; 46 (12): 2050 - 2068. <https://doi.org/10.1093/clinchem/46.12.2027>
26. OOAS. La pharmacopée des plantes médicinales de l'Afrique de l'ouest Bobo-dioulasso (Burkina faso). 2013. 253 p.



Cite this article : Jacques Léonce K. Yao, Jean Pierre Boga, Kouakou Koffi Roger, Jean Baptiste Gnélié Gnahoua, et Félicia Johnson. ESSAI DE TOXICITÉ ORALE AIGÛE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Cymbopogon Citratus* CHEZ LES RATS FEMELLES ET PROJECTION DE LUTTE CONTRE *ALPHITOBIOUS DIAPERINUS* (COLEOPTERA : TENEBRIONIDAE) EN ÉLEVAGE AVICOLE EN CÔTE D'IVOIRE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2021; 4(4): 510-517.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>