

**ÉVALUATION DE L'IMPACT DU PESTICIDE
LAMBDA-CYHALOTHRINE (LDC) SUR LES ORGANES VITAUX ET
ENDOCRINIENS DES MAMMIFERES : CAS DU RAT MALE
(*RATTUS NORVEGICUS*) DE SOUCHE WISTAR**

**Ehui Joachim ANO^{1*}, Yao Martin SIAPO²,
Kouadio Samuel ALLIALI² et Yamousso Annick TAHIRI²**

¹ *Université Alassane OUATTARA de Bouaké-UAO, UFR des Sciences et
Techniques, Laboratoire des Sciences Biologiques Animales,
BPV 18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire*

² *Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Cocody-UFHB,
UFR Biosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, 22 BP 582 Abidjan 22,
Côte d'Ivoire*

(reçu le 17 Avril 2024; accepté le 22 Mai 2024)

* Correspondance, e-mail : anoehuijoachim@gmail.com

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude d'évaluer l'impact du lambda-cyhalothrine (LDC) sur la santé des utilisateurs. Pour atteindre cet objectif, un test de toxicité subaiguë a été réalisé sur les rats mâles. Les doses de 0,28, 0,56 et 1,12mg/kg de pc de ce pesticide ont été administrées quotidiennement pendant 28 jours à des rats mâles. L'analyse de variance (ANOVA) appliquée aux résultats obtenus a permis d'apprécier les effets des différents traitements. Ainsi, au niveau de la croissance pondérale, il a été observé un ralentissement chez les rats traités aux doses de 0,56 et 1,12 mg/kg de pc comparativement au témoin. Concernant les organes reproducteurs, il a été observé une baisse significative de la masse des testicules. De $1,145 \pm 0,030$ g chez le témoin, on atteint $0,688 \pm 0,715$ g chez les rats traités à la dose de 1,12 mg/kg de pc. Les coupes histologiques des testicules et de l'épididyme ont montré une désorganisation de la structure des tubes séminifères et une absence des spermatozoïdes dans le canal épидидymaire chez les rats traités sans impacter sur la sécrétion de testostérone. Il ressort de cette étude que le pesticide LDC, même à faible dose, altère les organes vitaux et endocriniens des rats mâles. Ce pesticide a donc un impact négatif sur la santé des utilisateurs. Cette étude attire donc l'attention des utilisateurs sur l'impact lié aux pesticides afin réduire leur utilisation ou de s'orienter vers les extraits de plantes à effets insecticides qui sont sans aucun danger sur les utilisateurs et l'environnement.

Mots-clés : *Pyréthroïdes, Lambda-cyhalothrine, toxicité, testicule, rat mâle.*

ABSTRACT

Evaluation of the impact of the pesticide Lambdacyhalothrin (ldc) on the vital and endocrine organs of mammals : case of the male rat (*Rattus norvegicus*) of the Wistar strain

The objective of this study is to evaluate the impact of lambda-cyhalothrin (LDC) on the health of users. To achieve this objective, a subacute toxicity test was carried out on male rats. Doses of 0.28, 0.56 and 1.12 mg/kg bw of this pesticide were administered daily for 28 days to male rats. Analysis of variance (ANOVA) applied to the results obtained made it possible to assess the effects of the different treatments. Thus, in terms of weight growth, a slowdown was observed in rats treated at doses of 0.56 and 1.12 mg/kg bw compared to the control. Concerning the reproductive organs, a significant drop in the mass of the testicles was observed. From 1.145 ± 0.030 g in the control, we reached 0.688 ± 0.715 g in the rats treated at a dose of 1.12 mg/kg bw. Histological sections of the testes and epididymis showed a disorganization of the structure of the seminiferous tubes and an absence of spermatozoa in the epididymal canal in treated rats without impacting testosterone secretion. It appears from this study that the pesticide LDC, even at low doses, alters the vital and endocrine organs of male rats. This pesticide therefore has a negative impact on the health of users. This study therefore draws the attention of users to the impact linked to pesticides in order to reduce their use or to move towards plant extracts with insecticidal effects which are without any danger to users and the environment.

Keywords : *Pyrethroids, Lambda-cyhalothrin; toxicity, testicle, male rat.*

I - INTRODUCTION

Le système endocrinien constitue un réseau de communication entre différents tissus. Il régule de nombreux processus biologiques tels que la croissance, la fonction de reproduction chez les vertébrés ainsi que chez les invertébrés [1]. C'est un système constitué d'un ensemble de glandes (Hypothalamus, Hypophyse, Ovaires, Testicules) dont leurs actions combinées assurent le bon fonctionnement de l'organisme. Ce système, dans son fonctionnement, fait intervenir trois éléments qui sont les glandes endocrines, les hormones secrétées par ces dernières (glandes) et les récepteurs qui fixent les hormones pour en extraire un message. Ce système est cependant, dans son fonctionnement, confronté à l'action inhibitrice de certains pesticides. D'après des enquêtes effectuées sur des cultures cotonnières au Bénin [2] et en Côte d'Ivoire sur des cultures telles que le

cacaoyer [3], le riz [4], l'hévéa [5], on constate une action dévastatrice de certains insectes lépidoptères, hémiptères, diptères, et coléoptères sur ces cultures. Cette situation a amené certains cultivateurs à utiliser des insecticides en particulier les pyréthriinoïdes pour freiner la prolifération et l'action dévastatrice de ces insectes sur les cultures, notamment la culture du cacaoyer [3]. Parmi ces pyréthriinoïdes, l'on note la lambda-cyhalothrine (LDC). C'est un insecticide largement utilisé en Côte d'Ivoire par les paysans dans les plantations de cacaoyers, de palmiers à huile et de cultures maraichères. Il a un large spectre d'action contre les insectes des cultures maraichères, cacaoyères et palmiers à huile. Il est généralement utilisé contre les foreurs de tige, les piqueurs suceurs, les mirides, les défoliateurs de cabosses dans les plantations de cacaoyers [3]. Cependant, des recherches indépendantes ont suggéré que certains pyréthriinoïdes sont potentiellement neurotoxiques, cancérigènes, reprotoxiques, et capables de perturber le système endocrinien [6]. Aussi, l'exposition aux pyréthriinoïdes pendant la grossesse peut entraîner un risque accru de troubles du spectre de l'autisme et de retards du développement [6]. Une autre étude menée sur des hommes a révélé que l'exposition aux pyréthriinoïdes provoque une diminution du nombre de spermatozoïdes et de leur mobilité [6].

Cela entraîne donc une baisse de la fertilité et du taux de grossesse. Chez la souris mâle, l'exposition à la cis-perméthrine, un pyréthriinoïde, engendre une diminution du nombre de spermatozoïdes qui a été reliée à une baisse des concentrations de testostérone [6]. Les pyréthriinoïdes sont capables d'altérer les hormones mâles et femelles [6]. Comme pour la plupart des pyréthriinoïdes utilisés en agriculture, la LDC pourrait avoir des effets sur la santé humaine après consommation des fruits (cacao, tomate, piment, choux, aubergine, etc.) des cultures traitées avec la LDC. En effet, la plupart des pyréthriinoïdes contiennent un acide, l'acide 3 phénoxybenzoïque, qui a un impact sur le système endocrinien. L'acide 3 phénoxybenzoïque retrouvé dans le plasma humain provient des fruits et légumes consommés par la population [7]. La toxicité des pesticides est donc indirecte et interagit avec la synthèse, la dégradation, le transport et le mode d'action des hormones, les fonctions reproductrices. Plus de 100 000 nouvelles molécules exogènes sont de plus en plus mise en cause en raison de leurs effets sur le système endocrinien [8]. C'est dans ce contexte que nous nous sommes posé la question de savoir si la LDC qui est utilisé dans les plantations de cacaoyers, n'aurait pas un impact sur le système endocrinien. L'objectif général de cette étude est d'évaluer d'éventuels impacts de la LDC sur la santé des utilisateurs à travers un test de toxicité subaiguë.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel

II-1-1. Matériel animal

L'étude expérimentale a portée sur les rats *Rattus norvegicus* (Muridae) de souche Wistar. Ils ont été mis en reproduction au vivarium de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) d'Abidjan. Les rats sont élevés à température ambiante (entre 25 à 27 ° C) dans des bacs à fond tapissé de copeaux de bois. Ils sont nourris à base d'un mélange de poudre de maïs, de pains, de soja, de poissons secs tout en ayant un accès libre à l'eau. Ces rats sont âgés de 8 à 10 semaines et ont un poids compris entre 190 et 200 g.

II-1-2. Matériel chimique

Le matériel chimique est constitué du pesticide Lambda-cyhalothrine (LDC). Il appartient à la famille des pyréthriinoïdes. Il est largement utilisé en Côte d'Ivoire par les paysans dans les plantations de cacaoyers, de palmiers à huile et dans les cultures maraichères. Il a un large spectre d'insectes des cultures maraichères, cacaoyers et palmiers à huile.

II-2. Méthodes

II-2-1. Préparation des différentes doses de Lambda-cyhalothrine (LDC) administrées

Trois doses de LDC ont été administrées aux rats matures de poids corporels compris entre 190 et 200 g afin d'évaluer l'impact sur les organes vitaux et endocriniens des rats. Ces doses ont été obtenues à partir de la DL50 du LDC par voie orale chez le rat mâle qui est de 56 mg/kg de poids corporel. Cette DL50 (56 mg/kg PC) a été divisée par 200 ; 100 et 50 pour obtenir respectivement les doses de 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc. Ces doses ont été utilisées pour le test de toxicité subaiguë.

II-2-2. Toxicité subaiguë de lambda-cyhalothrine (LDC)

L'étude de la toxicité a été menée sur 20 rats selon la ligne directrice 407 de l'OCDE. Des rats âgés de 8 à 10 semaines avec des poids compris entre 190 et 200 g ont été répartis en 4 lots de 5 rats. Le poids moyen n'a pas varié significativement entre les différents lots. Le lot témoin a reçu 1 ml/100g de poids corporel d'eau distillée tandis que les lots 1 ; 2 et 3 ont reçu respectivement 0,28 mg/kg, 0,58 mg/kg et 1,12 mg/kg de poids corporel de la solution LDC pendant 28 jours. Les animaux ont été pesés tous les jours

pendant les 28 jours de l'expérience. A la fin du traitement, les animaux ont été sacrifiés par décapitation après avoir été anesthésiés par l'éther. La variation de la masse corporelle des rats a été calculée selon la **Formule** suivante.

$$\text{Variation de la masse corporelle (\%)} = (\text{Masse finale} - \text{Masse initiale} / \text{Masse initiale}) \times 100 \quad (1)$$

Les organes vitaux (le foie, les reins, le cœur, les poumons) et de reproductions (testicules, épидидyme) ont été prélevés, rincés dans du NaCl à 9 % et essorés dans du papier essuie-tout afin d'éliminer les traces d'eau puis d'être pesés. La masse de chaque organe a été déterminée selon la **Formule** suivante :

$$\text{Masse relative (g/100 g de pc)} = (\text{Masse de l'organe} / \text{Masse corporelle}) \times 100 \quad (2)$$

II-2-3. Étude histologique

Pour les examens histopathologiques, les organes, préalablement fixés dans du formol concentré à 10 %, ont subi plusieurs bains dans l'alcool de degré croissant (80°, 90°, 96° et 100°), avant de passer dans le toluène et d'être inclus dans le liquide paraffine. Les blocs de paraffine sont montés sur un microtome pour faire les coupes. Ces organes ont été trempés dans des colorants aqueux (hématoxyline et éosine) et observés sous microscopes.

II-2-4. Dosage de la testostérone

La testostérone sérique a été mesurée par un dosage radio-immunologique (RIA) par compétition, commercialisé par Immunotech. La testostérone à doser (échantillon ou standard) et la testostérone marquée à l'iode 125 (traceur) ont été ajoutées simultanément aux tubes renfermant l'anticorps anti-testostérone fixé à la paroi. Après homogénéisation et incubation, la fraction libre a été éliminée par aspiration et lavages. La fraction liée fixée sur l'anticorps a été mesurée à l'aide d'un compteur gamma, relié à un ordinateur. Elle est inversement proportionnelle aux taux de la testostérone ajoutée (échantillon ou standard). La concentration en testostérone de l'échantillon est donnée directement en ng/ ml [9].

II-2-5. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel Graphpad prism 8. Les valeurs ont été présentées sous forme de moyennes \pm erreur standard sur la moyenne (ESM). L'analyse de variance (ANOVA) appliquée aux résultats obtenus a permis d'apprécier les effets des différents traitements avec comme niveau de signification 5 %. Une valeur de $p < 0,05$ indique une différence significative. Le test de comparaison multiple de Tukey a été utilisé pour faire les comparaisons entre les moyennes.

III - RÉSULTATS

III-1. Impact de Lambda-cyhalothrine (LDC) sur la masse corporelle des rats

L'administration par gavage pendant 28 jours de la solution de LDC aux doses 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de poids corporels et à l'eau distillée aux rats a permis d'apprécier la variation de la masse corporelle. Ainsi, les résultats ont montré une augmentation de la masse corporelle chez le témoin ainsi que chez les traités ($p < 0,05$). Cependant, chez les rats traités aux doses de 0,56 et 1,12 mg/kg de poids corporels, cette augmentation de la masse corporelle a été significativement faible par rapport à ceux des rats traités à la dose de 0,28 mg/kg de masse corporel et à l'eau distillée qui n'ont présenté statistiquement aucune différence ($p < 0,05$) (*Figure 1*).

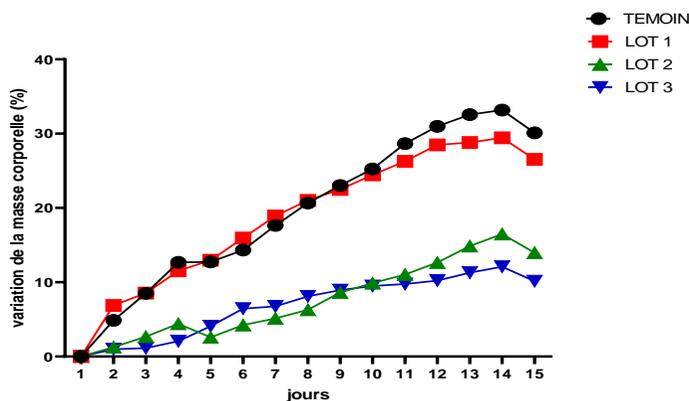


Figure 1 : Impact de Lambda-cyhalothrine sur masse corporelle des rats

III-2. Impact de la Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les organes vitaux

La solution de LDC administrée aux rats aux doses 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de poids corporels a permis d'observer après 28 jours, une différence significative de la masse relative des organes vitaux entre le lot témoin et les lots traités (Anova, $p < 0,05$). Ainsi : Concernant la masse relative du cœur des animaux traités aux doses de 0,28 ; 0,56 et 1,12 mg/kg de pc pendant 28 jours, l'analyse statistique a montré une diminution significative de la masse du cœur des animaux traités à la solution de LDC comparativement à celui du témoin ($p < 0,05$). Au niveau du foie, la masse relative du foie des animaux traités aux différentes doses de 0,56 et 1,12 mg/kg de pc pendant les 28 jours a diminué significativement comparativement au témoin. En effet, l'analyse n'a montré aucune différence significative de la masse relative du foie entre les rats traités à l'eau distillée et ceux traités à la dose de 0,28 mg/kg de pc de la solution de LDC ($p > 0,05$). Par contre, on a observé une diminution

significative du poids du foie des rats traités à l'eau distillée (lot témoin) et ceux traités respectivement aux doses 0,56 et 1,12 mg/kg de pc ($p < 0,05$). La masse relative du rein des animaux traités à la solution de LDC à la dose de 0,28 mg/kg de pc n'a présentée aucune différence significative à celui du lot témoin ($P > 0,05$) alors qu'elle a montré une diminution significative entre le lot témoin et les lots traités (0,56 et 1,12 mg/kg de pc) ($p < 0,05$). Pour ce qui est de la masse relative du poumon, l'analyse statistique a montré une diminution très significative du poids des animaux traités à la solution de LDC (0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de PC) comparativement à celui du témoin ($p < 0,05$) (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Effets du Lambda-cyhalothrine sur les organes vitaux des rats

Traitement (mg/kg de pc)	Masse relative des organes vitaux (g/100g de pc)			
	Cœur	Reins	Foie	Poumons
Témoin	0,407 ± 0,008 b	0,602 ± 0,007 b	2,846 ± 0,069 b	1,428 ± 0,098 a
Lot 1(0,28)	0,352 ± 0,005 a	0,552 ± 0,007 b	2,604 ± 0,062 b	0,831 ± 0,048 b
Lot 2(0,56)	0,337 ± 0,010 a	0,533 ± 0,014 a	2,515 ± 0,056 a	0,861 ± 0,022 b
Lot 3 (1,12)	0,351 ± 0,007 a	0,515 ± 0,232 a	2,468 ± 0,070 a	0,706 ± 0,022 b

Les données sont présentées sous forme de moyenne ± Ecart-type. Le test de Turkey a été utilisé pour faire les comparaisons par rapport aux témoins. Dans la même colonne, les moyennes ± Ecart-type affectées de la même lettre ne sont significativement différents au seuil de 5 %.

III-3. Impact de Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les organes de reproductions (Testicules et épидидyme)

L'administration des doses quotidiennes (0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc) de LDC pendant 28 jours aux rats, a impacté significativement, sur la masse relative des organes de reproduction ($p < 0,05$). Concernant la masse relative du testicule, l'analyse statistique a montré une diminution significative de la masse relative des testicules des animaux traités à la solution de LDC comparativement aux animaux traités à l'eau distillée. Cette diminution de la masse se fait en fonction de la dose administrée aux rats. En effet, la masse relative la plus faible a été enregistrée chez les rats traités à la dose de 1,12 mg/kg de pc. Quant à l'épididyme, l'analyse statistique n'a présenté aucune différence significative entre la masse relative de l'épididyme du lot traité (0,28 mg/kg de pc) et celui du lot témoin. Par contre, on a observé une augmentation significative de la relative de l'épididyme des lots traités aux doses de 0,56 et 1,12 mg/kg de pc de LDC par rapport au lot témoin. Les masses relatives de la prostate et de la vésicule séminale ont connu une augmentation significative ($p < 0,05$), après 28 jours de traitement aux différentes doses de LDC comparativement au lot témoin ayant reçu de l'eau distillée (*Tableau 2*).

Tableau 2 : Effets du Lambda-cyhalothrine sur les organes de reproduction des rats

Traitement (mg/kg de pc)	Masse relative des organes de reproduction (g/100g de pc)			
	Testicule	Épididyme	Prostate	Vésicule séminale
Témoin	1,145 ± 0,030 d	0,257 ± 0,010 a	0,161 ± 0,006 a	0,440 ± 0,034 a
Lot 1 (0,28)	0,912 ± 0,025 c	0,377 ± 0,032 a	0,207 ± 0,005 b	0,689 ± 0,006 b
Lot 2 (0,56)	0,773 ± 0,027 b	0,447 ± 0,043 b	0,208 ± 0,008 b	0,679 ± 0,007 b
Lot 3 (1,12)	0,688 ± 0,071 a	0,517 ± 0,034 c	0,223 ± 0,010 c	0,689 ± 0,043 b

Les données sont présentées sous forme de moyenne ± Ecart-type. Le test de Turkey a été utilisé pour faire les comparaisons par rapport aux témoins. Dans la même colonne les moyennes ± Ecart-type affectées de la même lettre ne sont significativement différents au seuil de 5 %.

III-4. Impact du Lambda-cyhalothrine (LDC) sur le taux de sécrétion de la testostérone

Le dosage de la testostérone des rats traités aux doses de 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc de LDC a donné respectivement un taux de $2,22 \pm 0,63$, $2,15 \pm 0,28$ et $2,03 \pm 0,2$ ng/ml. Et celui des rats traités à l'eau distillée a été de $2,27 \pm 0,56$. L'analyse statistique n'a révélé aucune variation significative du taux de la testostérone chez les rats traités à la solution de LDC comparativement au lot témoin bien qu'il ait une légère diminution du taux au niveau des rats traités ($p > 0,05$) (*Figure 2*).

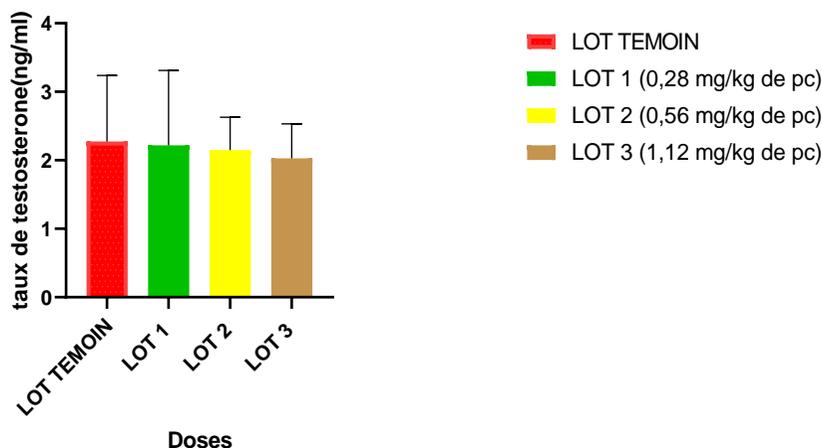


Figure 2 : Effet de lambda-cyhalothrine sur le taux de sécrétion de testostérone des rats après 28 jours de traitement

III-5. Effet du Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les structures histologiques du Foie

L'étude histopathologique réalisée sur le foie a révélé des anomalies structurales telles que la nécrose cellulaire, la vacuolisation des hépatocytes, chez tous les rats ayant reçu la solution de LDC. Contrairement aux lots traités, le lot témoin n'a présenté aucune anomalie (*Figure 3*).

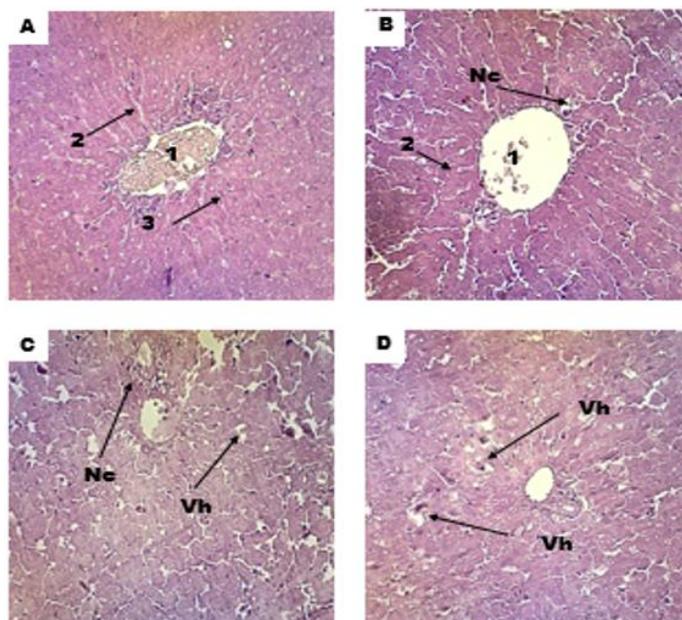


Figure 3 : Coupe histologique du foie (GX100)

A : témoin (eau distillée) ; B : lot 1 (0,28 mg/kg de pc) ; C : lot 2 (0,56 mg/kg de pc) ; D : lot 3 (1,12 mg/kg de pc) ; 1 : veine centro-lobulaire ; 2 : capillaire ; Sinusoïdes ; 3 : hépatocyte ; Nc : nécrose cellulaire ; Vh : vacuolisation des hépatocytes

III-6. Effet du Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les structures histologiques du rein

En ce qui concerne le rein, l'analyse microscopique n'a révélé aucune anomalie structurale chez les rats traités à l'eau distillée. Par contre, chez les rats traités aux différentes doses de LDC (0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc), l'analyse microscopique a montré des nécroses au niveau des tissus glomérulaires, des tubes contournés et des tubes glomérulaires (*Figure 4*).

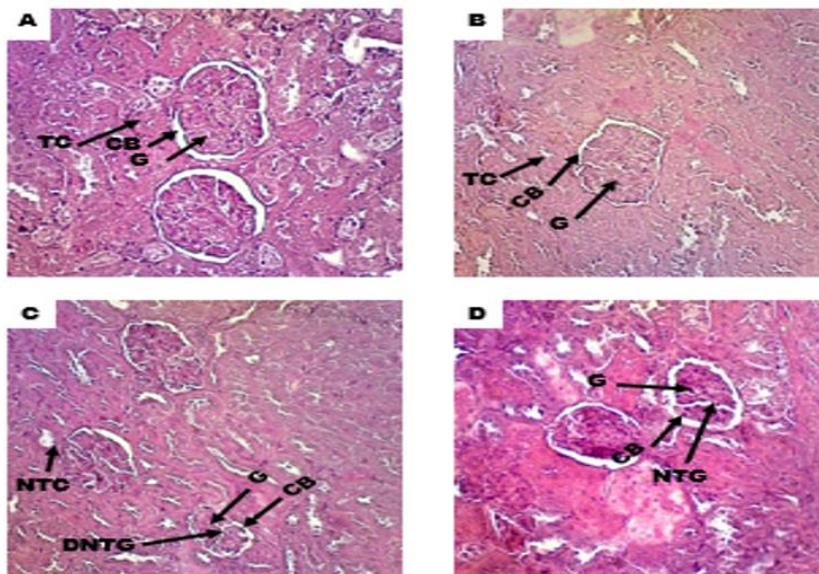


Figure 4 : Coupe histologique du rein (GX100)

A : témoin (eau distillée) ; B : lot 1 (0,28 mg/kg de pc) ; C : lot 2 (0,56 mg/kg de pc) ; D : lot traité 3 (1,12 mg/kg de pc) ; CB : Capsule de Bowman ; G : Glomérule ; TC : Tube Contourné ; NTG : Nécrose du tube glomérulaire ; NTC : Nécrose du tube contourné ; DNTG : Début de la nécrose du tube glomérulaire

III-7. Effet de lambdacyhalothrine (LDC) sur les structures histologiques des organes de reproductions (testicule et épидидyme)

L'histologie réalisée sur les organes de reproduction après un traitement quotidien de 28 jours aux doses de 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc de LDC a montré des dommages au niveau des testicules. En effet, les rats ayant reçu les différentes doses ont présenté des anomalies telles que le détachement de la membrane basale au niveau des tubes séminifères, des nécrose cellulaires et une destruction de spermatozoïdes entraînant un élargissement de la lumière du tube séminifère et une présence de débris cellulaire comparativement aux rats du lot témoin (eau distillée) qui ont présenté une structure normale (**Figure 5**). Concernant l'épididyme, les rats traités à la solution de LDC ont présenté des altérations au niveau de leurs structures histologiques. En effet, à la dose de 0,28 mg/kg de pc, l'analyse microscopique a révélé un début de destruction des spermatozoïdes, qui s'est accentuée à la dose de 0,56 mg/kg de pc jusqu'à être totale à la dose la plus élevée (1,12 mg/kg de pc) comparativement au témoin qui n'a présenté aucune anomalie structurale (**Figure 6**).

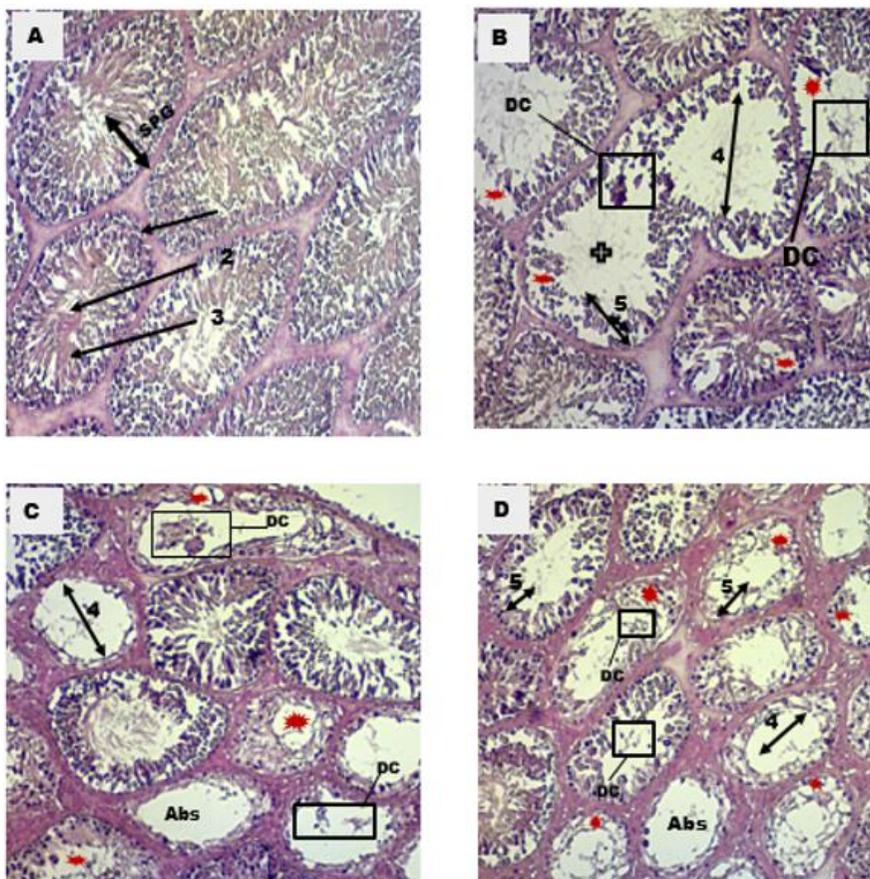


Figure 5 : Coupe histologique du testicule (GX100)

A : témoin (eau distillée) ; B : lot 1 (0,28 mg/kg de pc) ; C : lot 2 (0,56 mg/kg de pc) ; D : lot 3 (1,12 mg/kg de pc) ; SPG : spermatogenèse ; 1 : paroi du tube séminifère ; 2 : la lumière ; 3 : spermatozoïdes ; 4 : élargissement de la lumière ; 5 : perte de la spermatogenèse ; * : nécrose ; DC : débris cellulaire ; Abs : absence de spermatozoïde

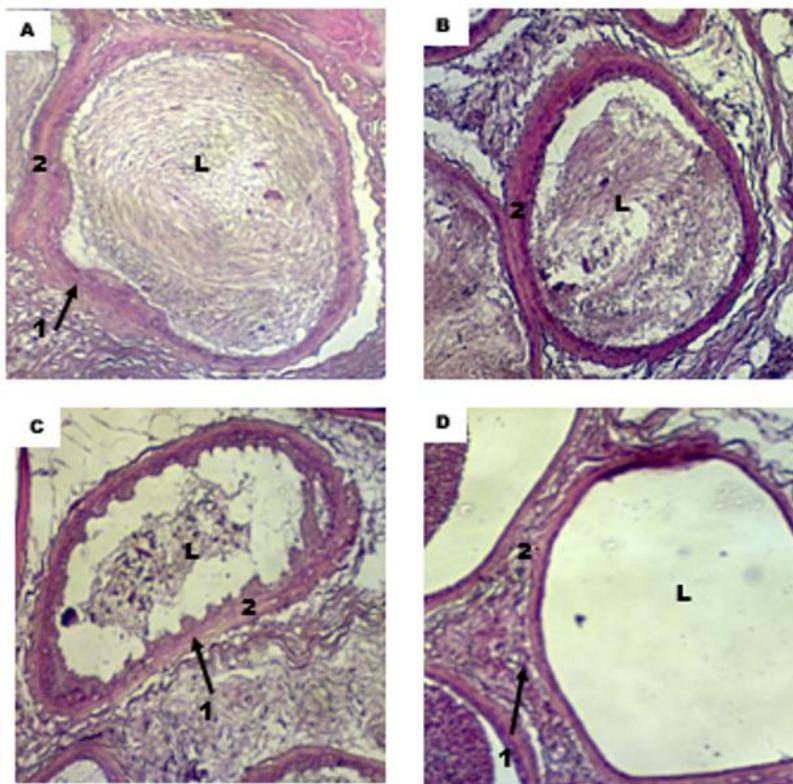


Figure 6 : Coupe histologique de l'épididyme (GX40)

A : témoin (eau distillée) ; B : Lot traité 1(0,28 mg/kg de pc) ; C : lot traité 2(0,56 mg/kg de pc) ; D : Lot traité 3(1,12 mg/kg de pc) ; 1 : canal épидидymaire ; 2 : paroi du canal épидидymaire ; L : lumière de la paroi épидидymaire

IV - DISCUSSION

La toxicité subaiguë concerne les effets nocifs dus à la répétition de doses qui ne produisent pas d'effets toxiques immédiats. Des effets tardifs peuvent survenir à cause de l'accumulation du produit dans les tissus ou à cause d'autres mécanismes [10]. Le pesticide lambda-cyhalothrine (LDC) est administrée quotidiennement à différentes doses à plusieurs groupes de rats. Les effets sur la santé liés à l'administration quotidienne pendant 28 jours par voie orale à des doses répétées de la solution de LDC ont été appréciés après l'évaluation de la croissance pondérale, le poids relatif des organes (organes vitaux, organes de reproductions), histologiques et le taux de sécrétion de la testostérone.

IV-1. Impact de Lambda-cyhalothrine (LDC) sur la masse corporelle des rats

Concernant le poids corporel des rats traités aux différentes doses de LDC et à l'eau distillée, les résultats ont montré un gain de poids quelle que soit la dose. Ce gain de poids a été significativement inférieur chez les rats ayant été traités aux plus fortes doses de la solution de LDC (0,56 et 1,12 mg/kg de pc) comparativement au témoin et à la dose 0,28 mg/kg de pc. Ce résultat traduit que la solution de LDC agit sur la prise alimentaire, réduit l'appétit et perturbe le métabolisme des lipides et glucides des rats mâles à ces différentes doses. En dehors de la LDC, d'autres études faites avec certains pesticides tels que la Mancozèbe, un fongicide, aux doses de 250, 500 et 1000mg/kg pendant 8 semaines ont révélé une diminution significative de la masse corporelle comparée au témoin [11]. D'autres études ont également révélé, chez les rats mâles soumis à un traitement de 500 et 1000mg/kg de pc de l'insecticide perméthrine pendant deux semaines, une diminution de la croissance pondérale comparativement au témoin [12]. Des auteurs pensent que la perte de poids peut être due à une augmentation de la dégénération des lipides, des protéines et des nutriments [13]. Pour d'autres auteurs, d'autres facteurs pourraient expliquer cette perte de poids. En effet, chez les cobayes, la perte de poids constatée lors de l'exposition au cadmium 5 mg/kg de pc s'expliquerait par des dommages du système glucocorticoïde, hormone essentielle dans la régulation du glucose et dans le métabolisme des lipides et protéines nécessaire à la perte et au gain de poids [14]. Ce résultat obtenu sur les rats démontre que si par mégarde ou par inadvertance, lors des traitements de la LDC, les utilisateurs ingèrent le produit cela pourrait perturber le métabolisme des lipides et des glucides et agir sur leur poids corporel.

IV-2. Impact de Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les organes de reproductions (Testicules et épидидyme)

Le foie, les reins, le cœur et le poumon sont les organes importants dans le métabolisme, dans la désintoxication, dans le stockage et dans l'excrétion des substances chimiques et de leurs métabolites [15]. Les résultats obtenus montrent une diminution significative de la masse de ces organes vitaux (foie, rein, cœur, poumon) comparativement aux témoins. L'atrophie de ces organes vitaux pourrait s'expliquer par l'atrophie cellulaire et /ou une diminution de la multiplication cellulaire due au fait que les pesticides affectent l'activité, la prolifération, la différenciation cellulaires et entraînent par conséquent la mort des cellules par activation de la caspase 3 [16]. La diminution de poids du foie et des reins s'explique aussi par la perte de poids corporel [15]. L'exposition des rats aux doses croissantes de LDC entraîne une diminution du poids des testicules comparativement au poids relatif des testicules des rats (Témoin) ayant reçu de l'eau distillée. Cette diminution du

Le poids relatif des testicules s'explique par une diminution de l'activité des testicules en lien avec l'atrophie des tubes séminifère et la destruction des cellules germinales mise en évidence sur les coupes histologiques. Peu de données sur l'impact de la LDC sur les organes reproducteurs des rats mâles existent. Néanmoins certains auteurs ont montré l'impact du chlorpyrifos-éthyl sur la masse relative des gonades mâles [17]. En effet, ces auteurs ont montré une diminution de la masse des testicules des rats traités aux doses de 3,50, 5,25 et 10,50 mg/kg PC de chlorpyrifos-éthyl. Contrairement au testicule où l'on observe une diminution de la masse relative, au niveau de l'épididyme, des vésicules séminales et de la prostate une augmentation de la masse est observée. L'augmentation de la masse relative de ces organes est due à l'effet de la solution de LDC qui a provoqué une inflammation ou une hypertrophie. Cette inflammation est la conséquence d'une prolifération anormale des cellules prostatiques ou d'une nécrose cellulaire. En effet, plusieurs travaux ont montré que l'exposition aux pesticides est l'un des facteurs responsables de l'inflammation ou hypertrophie de la prostate. Tous ces résultats montrent l'action délétère du pesticide Lambdacyhalothrine (LDC) sur les organes de reproduction et vitaux. La LDC peut provoquer des cas d'infertilité masculine chez les utilisateurs, qui par mégarde, ingèrent pendant les traitements le produit. En effet, la LDC au niveau des testicules a pour cible les cellules gamétogénétiques même aux stades de différenciation avancée.

IV-3. Impact du Lambda-cyhalothrine (LDC) sur le taux de sécrétion de la testostérone

Le dosage de la testostérone dans la présente étude n'a montré aucune variation significative du taux de la testostérone entre les rats traités avec la solution de LAMBDA MAX (lambda-cyhalothrine) et ceux traités avec de l'eau distillée. Ce résultat s'explique par le fait que les différentes doses de lambda-cyhalothrine ne sont pas suffisantes pour inhiber l'activité estérase des cellules de Leydig bien que les tubes séminifères aient été endommagés. En effet, une inhibition de cette activité se traduirait par une réduction de la synthèse de la testostérone. D'autres études ont également démontré que les pyrèthri-noïdes sont capables d'altérer les hormones mâles et femelles [6]. Des études antérieures ont montré que les pesticides, notamment les carbamates, provoquent une inhibition de l'activité des cellules de Leydig dans la production de la testostérone [18].

IV-4. Effet de lambdacyhalothrine (LDC) sur les structures histologiques des organes de reproductions (testicule et épididyme)

Concernant l'analyse des coupes histologiques des testicules dans les lots de rats traités aux concentrations de 0,28, 0,56 et 1,12 mg/kg de pc, les résultats montrent une désorganisation de l'épithélium, une présence de vacuole dans le compartiment de l'épithélium, un élargissement de la lumière. La présence

des vacuoles dans le compartiment de l'épithélium germinale montre que les cellules gamétogénétiques aux stades avancés de la différenciation sont des cibles privilégiées des pesticides notamment la lambda-cyhalothrine. Elle apparaît comme l'explication la plus plausible de la diminution de la concentration des spermatozoïdes dans la queue de l'épididyme et du diamètre des tubes séminifères telle qu'observée sur les photographies des coupes histologiques de l'épididyme. Des résultats similaires avec le chlorpyrifos-éthyl sur des rats mâles ont été observés [18]. L'analyse révèle qu'au niveau des testicules, la cible privilégiée de la LDC est les cellules gamétogénétiques aux stades de différenciation. Elle est donc susceptible de provoquer chez les utilisateurs des cas d'infertilité.

IV-5. Effet du Lambda-cyhalothrine (LDC) sur les structures histologiques des organes vitaux (Rein et Foie)

L'étude histopathologique des reins a également révélé une anomalie structurale chez les rats traités avec les différentes doses de lambda-cyhalothrine. Cette anomalie se traduit par des nécroses aux niveaux des tissus glomérulaires, des tubes contournés et des tubes glomérulaires. Des études histopathologiques similaires réalisées sur des rats mâles ont aussi montré que la lambda-cyhalothrine induisait de multiples foyers hémorragiques, une dilatation tubulaire au niveau du tubule proximal, une desquamation des cellules tubulaires, une infiltration de cellules inflammatoires et un gonflement des tubules dans le rein [19]. En plus des effets de la lambda-cyhalothrine sur le rein, les études histopathologiques ont montré une structure anormale des tissus du foie. En effet, des nécroses cellulaires et une vacuolisation des hépatocytes après l'analyse microscopique ont été observées. La solution de lambda-cyhalothrine serait la cause de cette anomalie structurale. En effet, selon plusieurs auteurs le foie est le site de métabolisme de tous les pesticides [20]. On enregistre au niveau de ce tissu une concentration importante de métabolites des pesticides [21]. D'autres études ont montré que l'accumulation, dans les tissus hépatiques, des métabolites de la lambda-cyhalothrine (CFMP et 3 -PBA) était fortement corrélée aux dommages au niveau des hépatocytes [22]. L'exposition à la LDC peut avoir des impacts sur les organes vitaux des utilisateurs. Ce qui pourrait avoir comme conséquence la détérioration de leur santé.

V - CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont montré que la solution de lambda-cyhalothrine (LDC) administrée à des rats adultes de souche Wistar, entraîne un ralentissement de la croissance pondérale des rats aux doses administrées. La LDC a entraîné chez le rat de nombreuses altérations dans la structure du foie, du rein, du testicule et de l'épididyme. Aussi, les résultats ont montré que la LDC entraîne une diminution significative de la masse relative du testicule et une augmentation des masses relatives de la prostate et de la vésicule séminale synonyme d'une hypertrophie de ces organes. La LDC a provoqué une baisse significative des spermatozoïdes mais sur le taux de sécrétion de la testostérone, la LDC a provoqué une baisse non significative par rapport au témoin. Ces perturbations expliquent une forte toxicité de cette molécule sur ces organes.

RÉFÉRENCES

- [1] - K. JEAN et T. BENMARHIA, Perturbateurs endocriniens et biodiversité, la diversité biologique face au risque chimique : nécessité d'un changement de paradigme, (2011) 32 p.
- [2] - Z. BERNY'S, P. MARTIN, C. AINA, P. AGBOHESSI, I. IMOROU TOKO et M-L. SCIPPO, Effets toxicologiques et méthodes d'analyse de la lambda-cyhalothrine et de l'acétamipride utilisés dans la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. *International Journal Biological and Chemical Sciences*, 9 (4) (2015) 2184 - 2199
- [3] - Y. M. SIAPO, A. Y. TAHIRI et E. J. ANO & Y. K. S. DIBY, Evaluation des pratiques phytosanitaires paysannes dans les vergers de Cacao dans le département de Daloa (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 14 (33) (2018) 267
- [4] - Y. K. S. DIBY, A. Y. TAHIRI, A. A. AKPESSE, C. S. TRA BI et K. P. KOUASSI, Evaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de *Tithonia diversifolia* (Hmsl) gray (Asteraceae) sur les termites en culture du riz (Nerica 1) au centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of animal and plant sciences*, 25 (2015) 3966 - 3976
- [5] - A. Y. TAHIRI et J. MANGUE, Stratégie d'attaque des jeunes plants d'hévéa (*Hevea Brasiliensis* Muell.) par les termites et effet comparés des insecticides utilisés pour leur protection en basse cote d'ivoire. *Science et Nature*, 4 (1) (2007) 45 - 55
- [6] - L. HENAULT-ETHIER, Health and environmental impacts of pyrethroid insecticides : What we know, what we don't know and what we should do about it. Executive summary and littérature review. Équiterre. Montréal, Canada, (2015) 68 p.

- [7] - T. SARUNYA, P. TIPPAWAN, C. SOMPORN et M. AMPICA, An enzyme-linked immunosorbent assay for detecting 3- phenoxybenzoic acid in plasma and its application in farmers and consumers. *Analytical Methods*, 4 (11) (2012) 3772 - 3778
- [8] - A. K. HOTCHKISS, C. V. RIDER, C. R. BLYSTONE, V. S. WILSON, P. C. HARTIG et G. T. ANKLEY, Fifteen years after 'Winfspread-Environmental endocrine disrupters and human and wildlife health: Where we are today and where we need to go. *Toxicological Sciences*, 105 (2008) 235 - 259
- [9] - F. GORBEL, M. BOUJELBENE, F. MAKNI-AYADI, F. GUERMAZI, F. CROUTE, J. P. SOLEILHAVOUP et A. EL FEKI, Exploration des effets cytotoxiques du plomb sur la fonction sexuelle endocrine et exocrine chez le rat pubère mâle et femelle. Mise en évidence d'une action apoptotique. *Comptes Rendus Biologies*, 325 (9) (2002) 927 - 940
- [10] - OCDE, Résumé des considérations du rapport des groupes d'experts de l'OCDE sur la toxicologie à court et à long terme. In : Lignes directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques. Paris : OCDE, (1979) 15 p.
- [11] - E. YAHIA, Effets de certains perturbateurs endocriniens (pesticides) sur la reproduction chez le rat wistar. Thèse : Biologie, Algérie, (2016)
- [12] - G. O. OMOTOSO, I. O. ONANUGA et R. B. IBRAHIM, Histological Effects of permethrin insecticide on the testis of Adult Wistar rats. *Ibnosina Journal of Medicine and Biomedical Sciences*, 6 (3) (2014) 125 - 129
- [13] - H. J. WANG, Z. P. LIU, X. D. JIA, H. CHEN et Y. J. TAN, Endocrine Disruption of Cadmium in Rats Using the OECD Enhanced TG 407 Test System. *Biomedical and Environmental Sciences*, 27 (12) (2014) 950 - 959
- [14] - O. A. MOUHAMED et A. AZAB EL-S, Effect of Cadmium on the Liver and Amelioration by Aqueous Extracts of Fenugreek Seeds, Rosemary, and Cinnamon in Guinea pigs. *Histological and Biochemical Study. Cell Biology*, 2 (2) (2014) 7 - 17
- [15] - A. AL-GEHANI SAMAR, Toxicological Influence of ethanol and biochemical changes in rats exposed to cadmium. *Merit Research Journal of Environmental Science and Toxicology*, 1 (2) (2013) 51 - 59
- [16] - F. C. ONWUKA, O. ERHABOR, M. U. ETENG et I. B. UMOH, Ameliorative effect of cabbage extract on cadmium-induced changes on hematology and biochemical parameters of albino rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 2 (2) (2010) 11 - 16
- [17] - A. KENFACK, P. WATCHO, F. NGOULA, J. TCHOUMBOUE et P. KAMTCHOUING, Influence du chlorpyrifos-ethyl sur quelques paramètres de reproduction chez le rat mâle albinos exposé pendant le développement post-natal. *International Journal Biological Chemical Sciences*, 1 (3) (2007) 237 - 243

- [18] - O. ESPINOZA-NAVARRO et E. BUSTOS-OBREGON, Sublethal doses of malathion alter male reproductive parameters of *Eisenia foetida*. *International Journal Morphology.*, 22 (4) (2004) 297 - 302
- [19] - M. C. FORTIN, M. BOUCHARD et G. CARRIER, Comparison of the urinary excretion of biomarkers of exposure to pyrethroids and pyrethrins between residents of urban and rural areas of the province of Quebec, Canada]. *Revue Epidemiology Sante Publique*, 57 (6) (2009) 395 - 401
- [20] - A. ANADON, M. A. MARTINEZ, M. MARTINEZ, V. CASTELLANO, I. ARES, A. ROMERO et M. R. MARTINEZ-LARRANAGA, Differential induction of cytochrome P450 isoforms and peroxisomal proliferation by cyfluthrin in male Wistar rats. *Toxicology Letters*, 220 (2) (2013) 135 - 142
- [21] - J. RICKARD et M. BRODIE, Correlation of blood and brain levels of the neurotoxic pyrethroid deltamethrin with the onset of symptoms in rats. *Pesticide biochemistry and physiology*, 23 (2) (1985) 143 - 156
- [22] - B. AOUEY, M. DERBALI, Y. CHTOUROU, M. BOUCHARD, A. KHABIR et H. FETOUI, Pyrethroid insecticide lambda-cyhalothrin and its metabolites induce liver injury through the activation of oxidative stress and proinflammatory gene expression in rats following acute and subchronic exposure. *Environmental Science Pollution Research International*, 24 (6) (2017) 5841 - 5856. doi: 10.1007/s11356-016-8323-4