



HAL
open science

EVALUATION DE LA TOXICITE DU SULFATE DE CADMIUM SUR LE POIDS MOYEN DES ORGANES INTERNES CHEZ LES RATS WISTAR

Diaby Vandjiguiba, Adou Francis, Ake Assi Yolande, Allico Djama

► **To cite this version:**

Diaby Vandjiguiba, Adou Francis, Ake Assi Yolande, Allico Djama. EVALUATION DE LA TOXICITE DU SULFATE DE CADMIUM SUR LE POIDS MOYEN DES ORGANES INTERNES CHEZ LES RATS WISTAR. 2019. hal-02078528

HAL Id: hal-02078528

<https://hal.science/hal-02078528v1>

Preprint submitted on 25 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EVALUATION DE LA TOXICITE DU SULFATE DE CADMIUM SUR LE POIDS MOYEN DES ORGANES INTERNES CHEZ LES RATS WISTAR

DIABY* VANDJIGUIBA ^{1,2}, **YAPO ADOU FRANCIS**¹, **AKE ASSI YOLANDE**³, **DJAMA Allico Joseph**^{1,2},

- 1- Laboratoire de Pharmacodynamie-Biochimique, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët BOIGNY-Abidjan (Côte d'Ivoire), 22 BP 582 Abidjan 22.
- 2- Département de Biochimie Médicale et Fondamentale Institut Pasteur de Cote d'Ivoire, 01 BP 490 Abidjan 01.
- 3- Laboratoire Central pour l'hygiène Alimentaire et l'Agro-industrie, LANADA, ministère de l'agriculture et du développement rural, 04 BP 612 Abidjan 04

***Auteur correspondant: DIABY Vandjiguiba**

RESUME

La pollution de l'écosystème par les effluents industriels et les eaux d'égout, a pour conséquence la contamination de l'air, de la nourriture avec les agents toxiques tels que les métaux lourds qui constituent un risque important de santé publique.

Douze (12) lots de rats Wistar dont Six (6) lots de rats mâles et Six (6) lots de rats femelles ont été constitués. Ces rats ont été contaminés au sulfate de cadmium par gavage journalier durant 30 jours à différentes doses respectivement 0 ; 4; 5; 6,66 ; 10 et 20 mg/kg de poids corporel. A la fin de l'expérience, certains organes vitaux (rate, foie, reins, poumons et cœur) des animaux ont été extraits, nettoyés à l'eau distillée et pesés.

Le cadmium a induit une diminution significative ($p < 0,05$) du poids moyens des organes chez les rats traités comparativement aux rats témoins. Le sulfate de cadmium a entraîné de manière générale une atrophie des organes vitaux sauf les poumons, compte tenu du mode d'administration (ingestion).

Mots-clés : sulfate de cadmium, rate, foie, reins, cœur, poumons, poids moyen

INTRODUCTION

L'exposition par voie orale est importante pour l'évaluation de la toxicité du cadmium (**Wang et al., 2014**). Pour la population, la principale voie de contamination au cadmium sont les aliments contaminés, l'eau et la fumée de cigarette (**Jarup, 2002 ; Wang et al., 2014**).

Le tabagisme constitue un apport important de cadmium (environ 1 µg par cigarette) (**Andujar et al., 2010**). Le cadmium (Cd) est un métal lourd fortement toxique (**Pirarat et al., 2008**). Il a un effet sur tout le corps avec une demi-vie entre 15 à 30 ans. L'exposition environnementale à long terme au Cd agit comme un agent cancérigène chez les humains (**Achanza et al., 2001 ; Luevano et Damodaran., 2014**). Selon les conditions d'exposition au métal (l'alimentation ou le tabagisme), 5% du cadmium ingéré est absorbé par le tractus gastro-intestinal sous forme de sel, tandis que 90% du cadmium inhalé est absorbé par voie pulmonaire (**Jarup, 2002**). Après ingestion, le cadmium s'accumule dans les organes cibles tels que le cortex rénal et le foie (**Andujar et al., 2010**). Les apports moyens journaliers sont d'environ 10 à 35 µg chez l'adulte non-fumeur (**Andujar et al., 2010 ; Koffi et al., 2014**). Quel est donc l'effet du cadmium sur le poids moyen des organes internes ? Et quelles interprétations peut-on en faire ?

En effet, après expositions, le cadmium entraîne des pathologies dans divers organes notamment les testicules, le cerveau, le système nerveux (**Pirarat et al. 2008**), le foie, le rein et la rate (**Diaby et al., 2016**). Le poids de l'animal et celui des organes ont été utilisés comme biomarqueur de santé selon une étude menée par **Randa et al., (2012)**. C'est fort de cela que l'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen des organes (reins, foie et rate) chez les rats Wistar.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel biologique est constitué de rats mâles et femelles de souche Wistar pesant 106 ± 6 g et âgés de 8 à 12 semaines. Les rats ont été placés dans des cages garnies de litières de copeau de bois et ont été acclimatés deux semaines avant le début de la manipulation. Ils ont été nourris avec des granulés et abreuvés à l'eau de robinet. La salle était bien aérée et éclairée 12 heures sur 24.

Le sulfate de cadmium utilisé pour les essais était en sel déshydraté, de marque MERCK et dont le numéro de série est 1.02027.0100.

Les animaux ont été marqués à la queue par lot à l'intérieur de chaque lot afin de les identifier au cours de l'expérimentation. Douze (12) lots de cinq (5) rats ont été constitués dont 6 lots mâles et 6 lots femelles. Les Lot 1 (mâles) et lot 1 (femelles) ont constitué les lots témoins où

les animaux recevaient de l'eau de robinet par gavage (1ml/Jour). Les lots 2, 3, 4, 5 et 6 de chaque sexe ont reçu par gavage la solution de sulfate de cadmium aux doses respectives de 1/50 ième, 1/40 ième, 1/30 ième, 1/20 ième et 1/10 ième de la DL₅₀ (200 mg/kg pc) déterminée par **Diaby et al. (2016)**. Ces doses correspondent respectivement aux concentrations de 4; 5; 6,66 ; 10 et 20 mg/kg de poids corporel (pc). La durée de traitement des rats au sulfate de cadmium était de 30 Jours (**Layachi et Kechrid ., 2012**). Et le volume administré était de 1ml par jour pendant 30 jours. Les rats ont été sacrifiés par décapitation après la période d'exposition au sulfate de cadmium et les différents organes (rate, foie, reins, cœur, poumons) ont été prélevés, nettoyés, lavés à l'eau distillés, séchés sur papier buvard puis pesés à l'aide d'une balance de précision de marque (Denver Instrument, SI-602, Allemagne).

ANALYSE STATISTIQUE

Les tests statistiques et les graphes ont été faits grâce à un logiciel informatique d'analyses statistiques *graphPad.Prism.V5.01*. Les données ont été analysées avec ANOVA One-Way. Le test non paramétrique de Dunnett a été utilisé pour la comparaison de la variance des poids moyens des rats témoins à celle des autres lots. La différence entre deux variances était significative, si $p < 0,05$.

RESULTATS

Action du sulfate de cadmium sur le poids moyen des organes chez les rats Wistar

Effet de la toxicité du cadmium sur le poids du foie

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen du foie chez les rats Wistar mâles

La figure 1A montre l'effet de la toxicité du cadmium sur le poids moyen du foie chez les rats mâles. Comparativement au poids moyen des témoins (5524.66 ± 370.54 mg), le cadmium a entraîné une diminution significative du poids moyen du foie chez les rats traités à savoir : $4925,00 \pm 295,39$ mg ($p < 0,05$) pour la dose 5 mg/kg ; $4170,50 \pm 224,15$ mg ($p < 0,0001$) pour la dose 6,66 mg/kg. Cependant, les autres doses (4, 10 et 20 mg/kg pc) ont enregistré une diminution non significative du poids moyen du foie. La diminution du poids moyen du foie induite par le sulfate de Cd, chez le rat mâle, n'est pas dose dépendante.

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen du foie chez les rats Wistar femelles

Chez les femelles, **la figure 1B** montre que le sulfate de Cd n'a pas induit de variation significative du poids moyen du foie. Ainsi, comparativement aux témoins ($4397,4 \pm 275,49$ mg), le poids moyen du foie a connu une diminution non significative respectivement de $(4108,25 \pm 242,31$ mg pour la dose 4 mg/kg ; $3778,25 \pm 474,018$ mg pour la dose 5 mg/kg ; $3998,2 \pm 570,29$ mg pour la dose 6,66 mg/kg; $4021,00 \pm 733,53$ mg ; pour la dose 10 mg/kg ; et de $4095,00 \pm 392,77$ mg pour la dose 20 mg/kg. Cette diminution non significative chez les femelles, n'est pas aussi dose-dépendant.

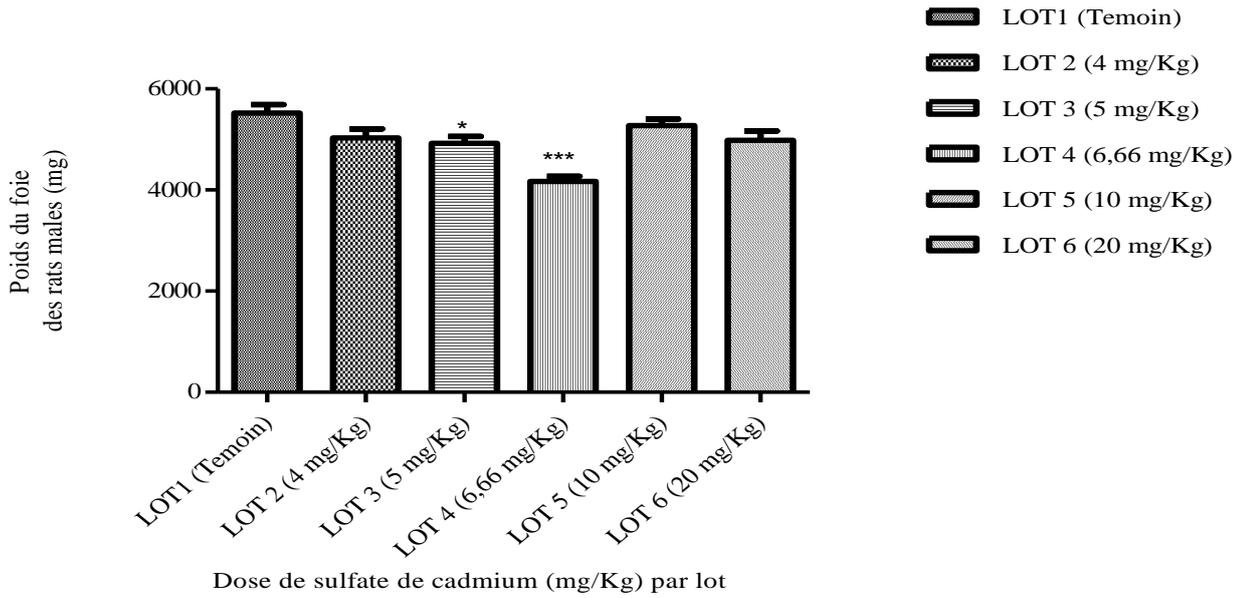


Figure 1A: Effet du sulfate de cadmium sur le poids du foie chez les rats Wistar mâles

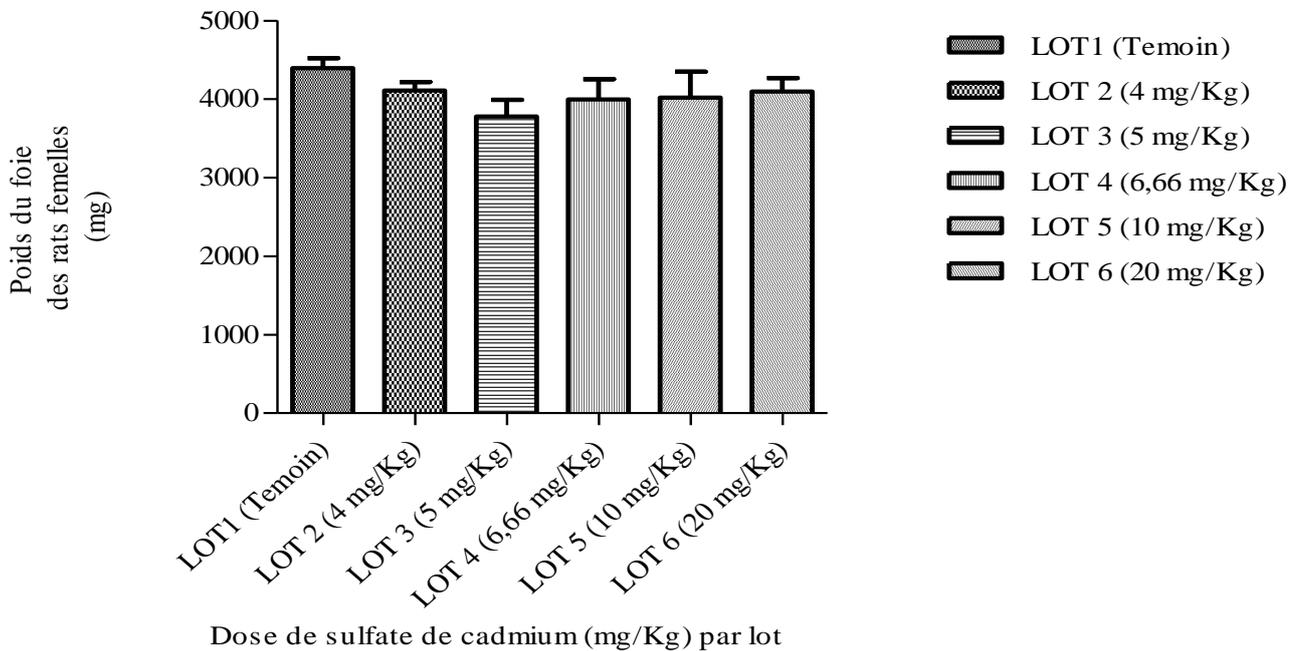


Figure 1B : Effet du sulfate de cadmium sur le poids du foie chez les rats Wistar femelles

Figure 1: Evolution du poids du foie des rats Wistar en fonction des doses de sulfate de cadmium

Effet de la toxicité du cadmium sur le poids moyen des reins

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen des reins chez les rats Wistar mâles

La **figure 2A** indique que le cadmium a entraîné une diminution significative du poids moyen des reins ($403,33 \pm 19,39$ mg ($p < 0,001$) pour la dose 6,66 mg/kg ; $376,66 \pm 4,50$ mg ($p < 0,0001$) pour la dose 20 mg/kg) comparativement aux témoins ($472,8 \pm 54,12$ mg). Cependant, aux autres doses, cette diminution est non significative ($434,25 \pm 35,17$ mg pour la dose 4 mg/kg ; $441,40 \pm 29,97$ mg pour la dose 5 mg/kg ; $443,75 \pm 27,14$ mg pour la dose de cadmium de 10 mg/kg).

La diminution n'est pas dose-dépendant.

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen des reins chez les rats Wistar femelles

Comparativement aux témoins ($422,4$ mg \pm 26.93), la **figure 2B** montre que le cadmium induit une diminution significative du poids moyens des reins respectivement aux doses de 6,66 mg/kg ($348,8 \pm 20,92$ mg ; $p < 0,0001$), 10 mg/kg ($360,60 \pm 26.62$ mg ; $p < 0,001$) ; 20 mg/kg ($358,2 \pm 27.47$ mg, $p < 0,0001$). Pour les doses de 4 mg/kg et de 5 mg/kg, la diminution est non significative (**Fig 2B**).

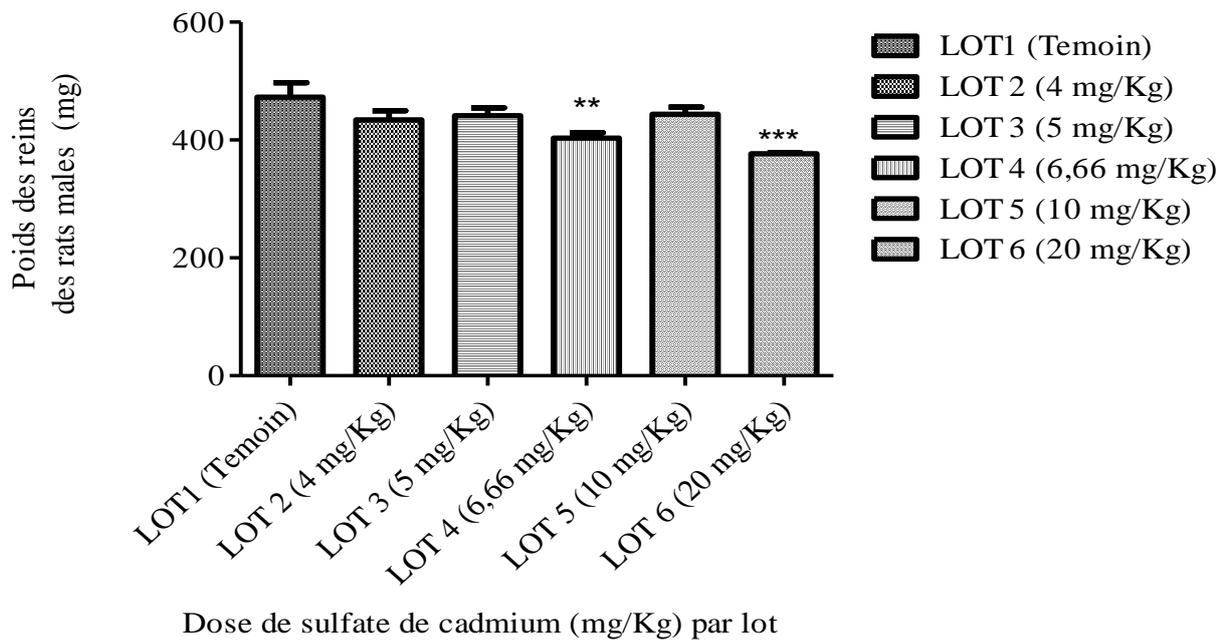


Figure 2A : Effet du sulfate de cadmium sur le poids des reins chez les rats Wistar mâles

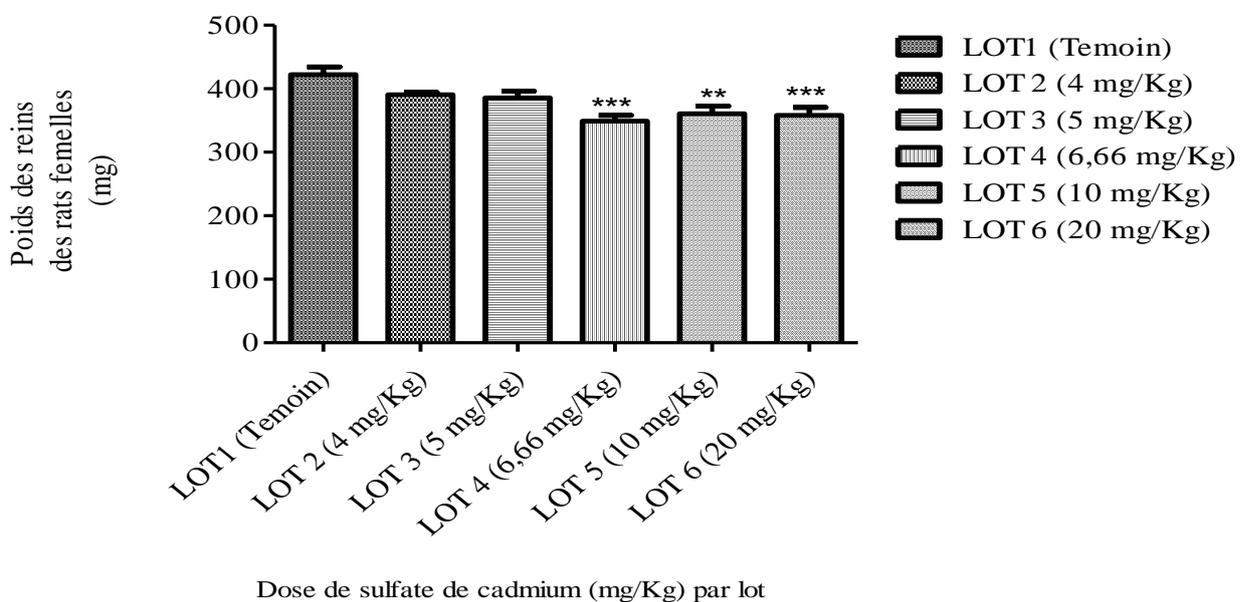


Figure 2B : Effet du sulfate de cadmium sur le poids des reins chez les rats Wistar femelles

Figure 2: Evolution du poids des reins chez les rats Wistar en fonction des doses de sulfate de cadmium

Action du sulfate de cadmium sur le poids moyen de la rate chez le rat

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen de la rate chez les rats Wistar males

La **figure 3A** montre l'impact du cadmium sur le poids de la rate chez les mâles. Le cadmium a induit une diminution dose non dépendante du poids de cet organe chez les lots traités. Cette diminution est significative ($p < 0,05$) pour la dose de 6,66 mg/kg pc ($256,33 \pm 18,77$ mg) et pour la dose de 20 mg/kg pc ($263,00 \pm 32,53$ mg) par rapport au poids moyen du lot témoin ($320,66 \pm 13,43$ mg) (**Figure 3A**).

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen de la rate chez les rats Wistar femelles

La **figure 3B** montre l'effet du cadmium sur le poids de la rate caractérisé par une diminution du poids de cet organe. En effet, comparativement aux témoins, le poids moyen de la rate des lots traités a diminué de façon dose non dépendante. A l'instar des mâles, la diminution du poids de la rate a été significative ($p < 0,05$) aux doses de 6,66 mg/kg pc ($254,40 \pm 61,90$ mg) et de 20 mg/kg pc ($258,8 \pm 38,42$ mg) chez les rats femelles par rapport au lot témoin ($326,2 \pm 18,43$ mg) (**Figure 3B**).

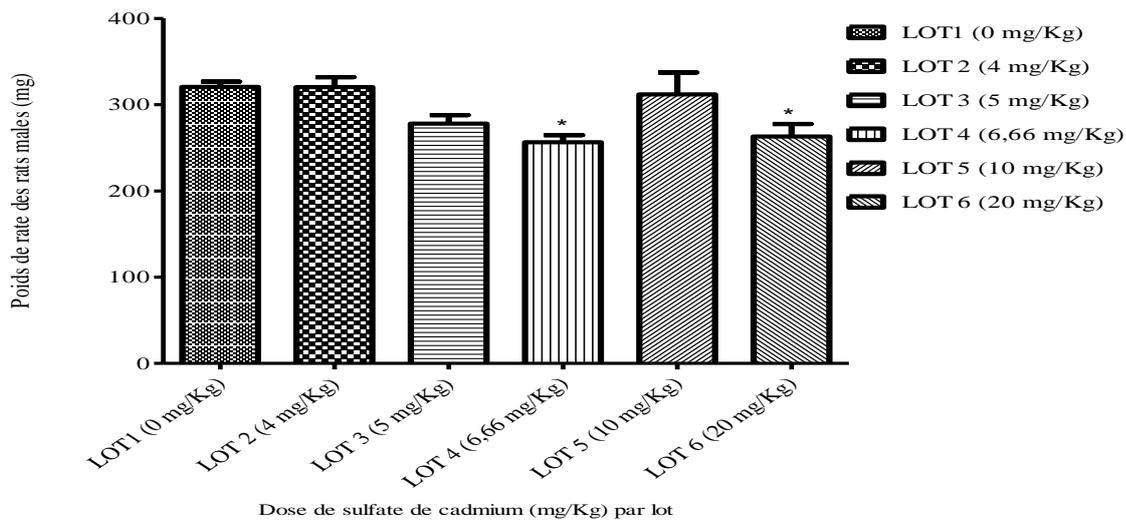


Figure 3A : Effet du sulfate de cadmium sur le poids de la rate chez les rats Wistar mâles

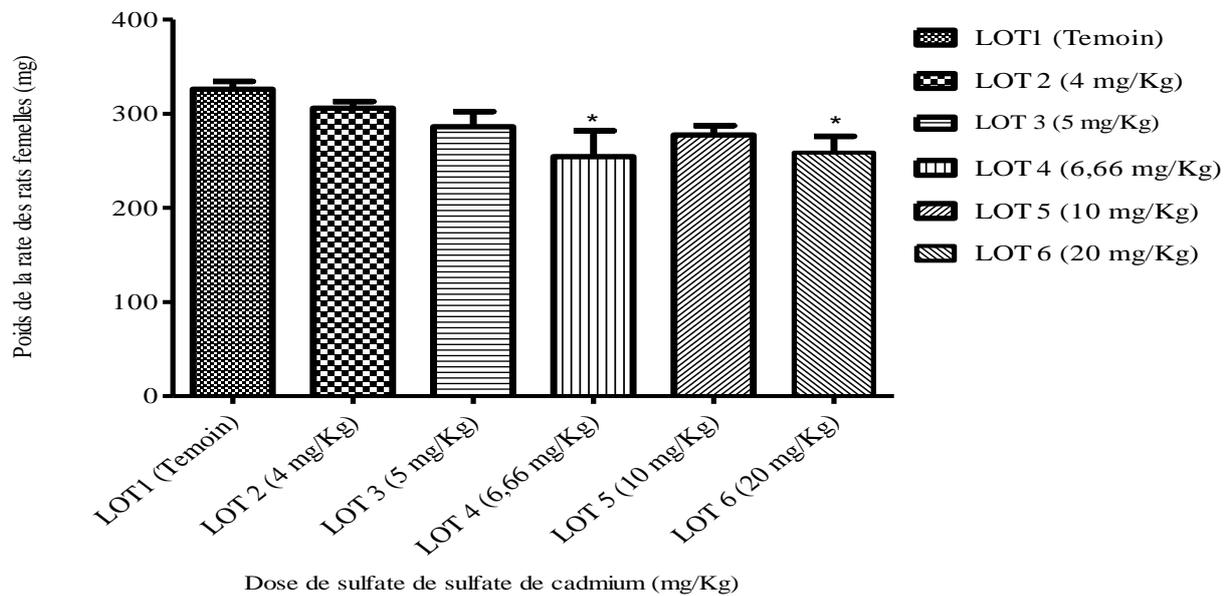


Figure 3B : Effet du sulfate de cadmium sur le poids de la rate chez les rats Wistar femelles

Figure 3: Evolution du poids de la rate chez les rats Wistar en fonction des doses de sulfate de cadmium

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen du cœur chez les rats Wistar mâles

La **figure 4A** montre l'impact du cadmium sur le poids du cœur chez les mâles. Le cadmium a entraîné une diminution voire une augmentation dose non dépendante du poids de cet organe chez les lots traités. La diminution constatée est significative ($p < 0,05$) aux fortes doses de 10 mg/kg pc ($553,75 \pm 92,94$ mg) et de 20 mg/kg pc ($474,66 \pm 51,86$ mg) par rapport au poids moyen du lot témoin ($604,8 \pm 83,25$ mg) (**Figure 4A**)

Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen du cœur chez les rats Wistar femelles

A l'instar des mâles, la diminution du poids du cœur a été significative ($p < 0,05$) aux doses de 4 mg/Kg pc ($491,25 \pm 25,25$ mg); 5 mg/Kg pc ($486,75 \pm 53,13$ mg); 6,66 mg/Kg pc ($493, \pm 75,40$ mg); 10 mg/Kg pc ($556,20 \pm 106,07$ mg) et 20 mg/Kg pc ($442,80 \pm 27,76$ mg) chez les rats femelles par rapport au lot témoin ($623,80 \pm 80,50$ mg) (**Figure 4B**). Cependant, cette diminution est dose non dépendante.

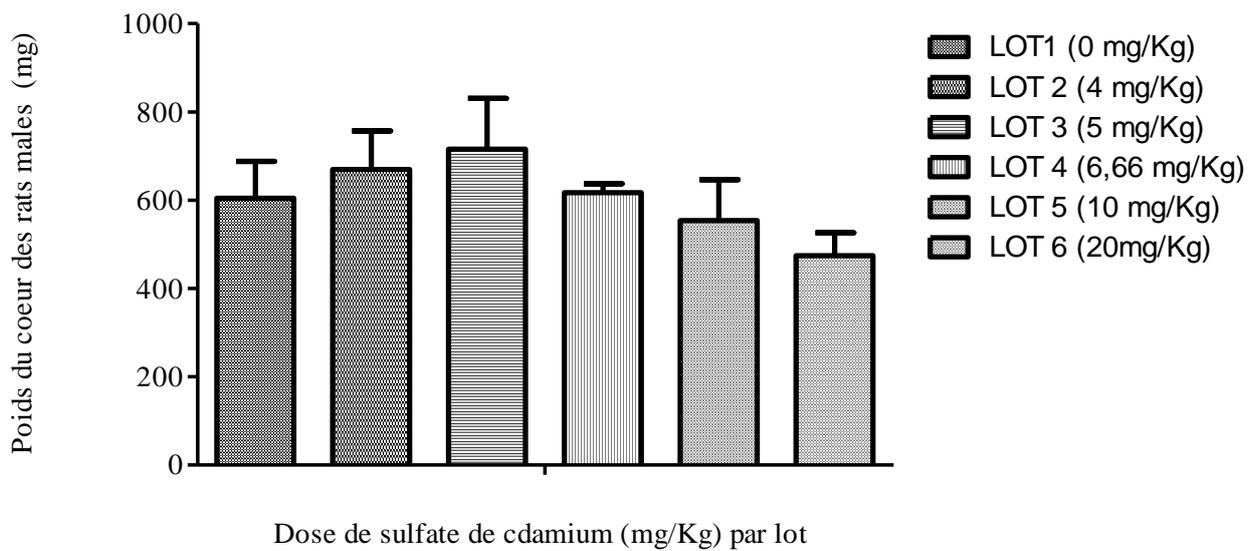


Figure 4A : Effet du sulfate de cadmium sur le poids du cœur chez les rats Wistar mâles

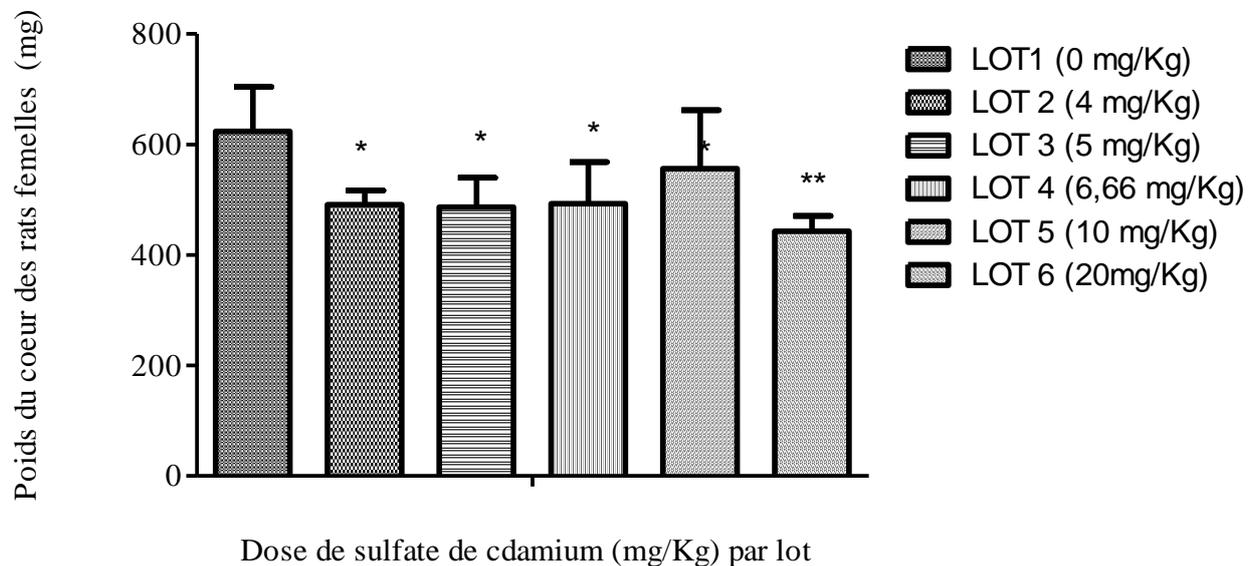


Figure 4B : Effet du sulfate de cadmium sur le poids du cœur chez les rats Wistar femelles

Figure 4: Evolution du poids du cœur des rats Wistar en fonction des doses de sulfate de cadmium

**Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen des poumons chez les rats
Wistar males**

La **figure 5A** montre que le Cd a induit une diminution non significative sur le poids des poumons chez les lots traités. Le sulfate de cadmium n'a pas eu d'effet significatif sur les poumons chez les mâles.

**Effet du sulfate de cadmium sur le poids moyen des poumons chez les rats
Wistar femelles**

La **figure 5B** montre que le cadmium a induit une diminution non significative ($p > 0,05$) sur le poids moyen des poumons par rapport au lot témoin.

Tout comme chez les mâles, le sulfate de cadmium n'a pas eu d'effet notable sur les poumons chez les femelles.

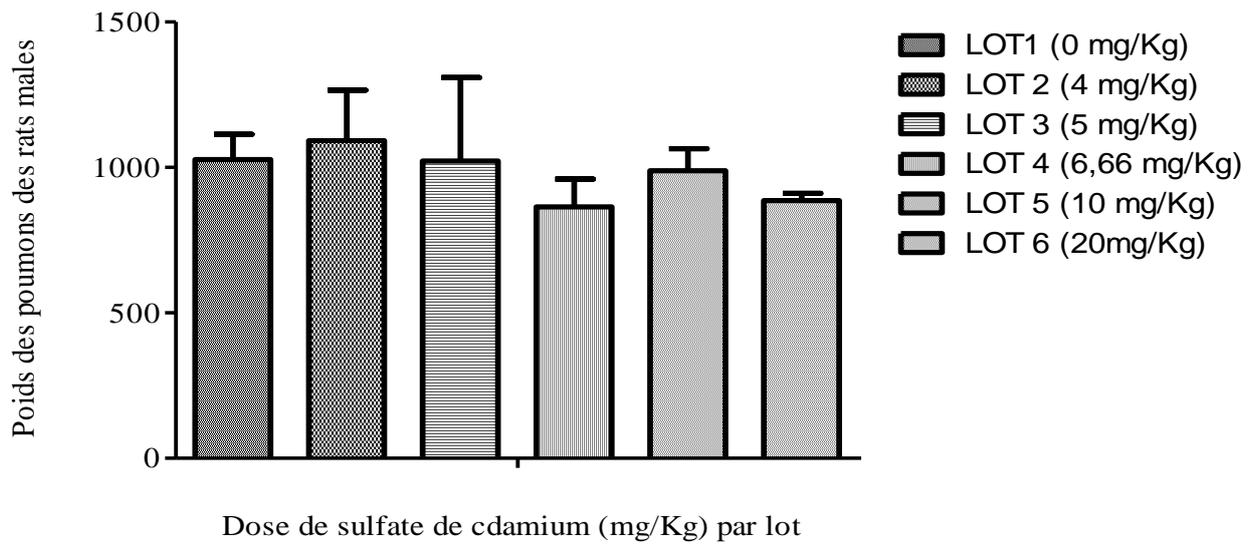


Figure 5A: Effet du sulfate de cadmium sur le poids des poumons chez les rats Wistar mâles

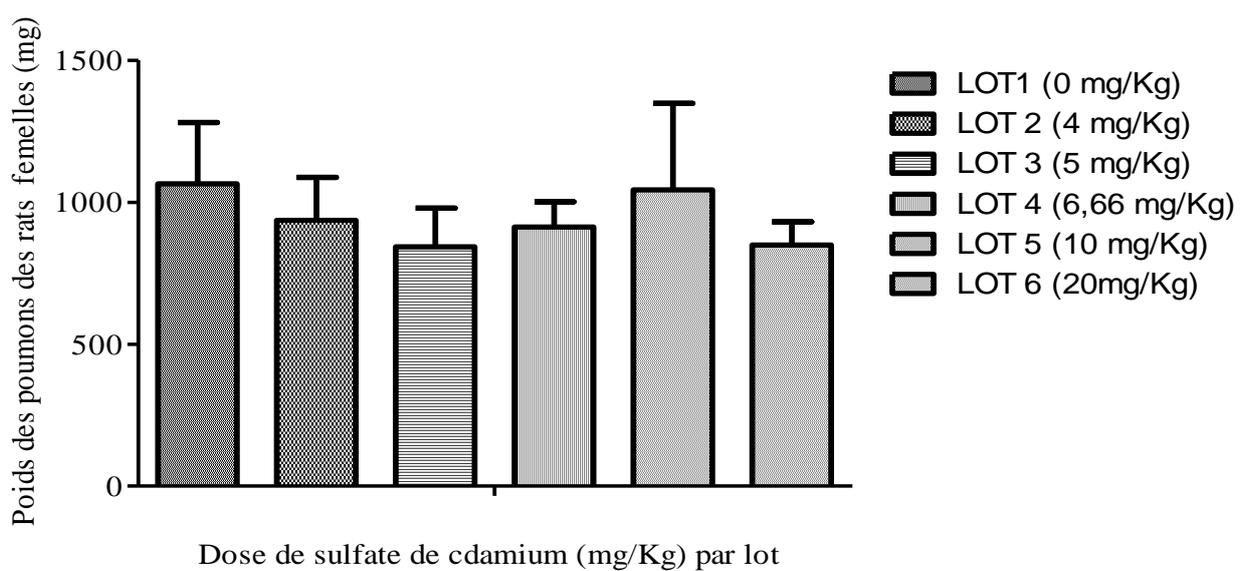


Figure 5B: Effet du sulfate de cadmium sur le poids des poumons chez les rats Wistar femelles

Figure 5: Evolution du poids des poumons chez les rats Wistar en fonction des doses de sulfate de cadmium

DISCUSSION

Le foie, les reins et la rate sont les organes importants dans le métabolisme, dans la désintoxication, dans le stockage et dans l'excrétion des substances chimiques et de leurs métabolites (AL-Gehan., 2013). Les travaux réalisés par Demenesku *et al.* (2014) ont enregistré une concentration de cadmium dans le sang, dans la rate, dans les reins et dans le foie. Cela témoigne de la distribution du cadmium dans l'organisme. Selon Josthna *et al.* (2012), le cadmium s'accumule plus dans le foie que dans les autres tissus et les reins. Par conséquent, le foie constitue l'organe majeur impliqué dans la toxicité du cadmium (Neera Singh *et al.*, 2013).

Les résultats obtenus ont montré une diminution significative du poids de ces organes (foie, rein et rate) comparativement aux témoins. La diminution du poids de ces organes vitaux pourrait s'expliquer par l'atrophie cellulaire et/ou une diminution de la multiplication cellulaire due au fait que le cadmium affecte l'activité, la prolifération, la différenciation cellulaires et par conséquent entraîne l'apoptose des cellules (Onwuka, 2010) par activation de la caspase 3 (Jacquillet *et al.*, 2006; Nasim *et al.*, 2014). Aussi, la diminution du poids moyen du foie et des reins pourrait-elle être liée à la perte de poids corporel constatée par AL-Gehani, (2013) lors de leurs travaux. Les résultats des travaux réalisés par AL-Gehan, (2013) sur les rats traités avec 50 mg /L de Cd sont similaires à ceux obtenus dans notre étude quant à l'effet toxique du cadmium sur les organes vitaux.

Selon plusieurs travaux antérieurs, le cadmium endommage les organes vitaux tels que le foie, les reins et la rate (Kara *et al.* . 2005) pouvant expliquer leur diminution.

Quant aux reins, un taux important de la masse sanguine y passe, les rendant ainsi extrêmement vulnérables à l'effet cytotoxique du cadmium (Boujelbene *et al.*, 2002). Par conséquent, les reins restent les principaux cibles après ingestion du cadmium (Wang *et al.*, 2014) où 50 % du métal s'accumule créant ainsi des lésions rénales (Siddiqui, 2010 ; Poontawee *et al.*, 2016). A travers cette action, le cadmium endommage les reins, ce qui pourrait expliquer la diminution du poids moyen de cet organe (Kowalczyk *et al.*, 2002).

En ce qui concerne la rate (organe lymphoïde), le mécanisme de l'atrophie splénique est inconnue, mais dans la maladie inflammatoire de l'intestin, une atrophie splénique peut également se produire (Trewby *et al.*, 1981). Pour le foie, dans son étude, Nashwa, (2013) met en évidence deux voies caractérisant l'hépatotoxicité du cadmium. D'un côté, il provoque une inflammation et de l'autre, il détruit directement les cellules du foie. Pour Mouhamed et Azab, (2014), l'inflammation est la réponse à une intoxication au cadmium caractérisée par le taux élevé de globules blancs. Cette affirmation est confirmée par Fahim *et al.* (2012) qui ont montré que l'inflammation aboutit à des dommages du foie. D'où la diminution du poids moyen du foie.

Les résultats obtenus sont similaires aux travaux de **Berroukche *et al.* (2014)**, où il a été donné de constater une diminution du poids des organes et de leurs poids relatifs. Cependant, une diminution non significative comparativement au témoin du poids des organes (foie et reins) a été constatée chez les rats selon l'étude de **Wang *et al.* (2014)**, sous l'action du cadmium. Aussi, le cadmium entraîne-t-il la production de radicaux libres et de peroxydes lipidiques, pouvant perturber les systèmes de défense antioxydant. Ce mécanisme serait à la base de la cytotoxicité du cadmium et des maladies chez les rats traités (**Li *et al.*, 2010**).

CONCLUSION

Le sulfate de cadmium a induit une diminution du poids moyen des organes internes (reins, rate, foie et cœur) de manière dose non dépendante. Cependant, il n'a pas eu d'effet sur les poumons chez les rats compte tenu du mode d'administration (ingestion).

Cette étude a montré que le sulfate de cadmium est toxique sur certains organes entraînant ainsi des maladies liées à leur atrophie due à une perturbation métabolique.

REFERENCES

Achanzar WE, Diwan BA, Liu J, Quader ST, Webber MM, Waalkes MP. . 2001. Cadmium-induced malignant transformation of human prostate epithelial cells. *Cancer Res.*; 61(2):455–8.

[PubMed: 11212230]

AL-Gehani Samar A. ., 2013. Toxicological Influence of ethanol and biochemical changes in rats exposed to cadmium. *Merit Research Journal of Environmental Science and Toxicology*; 1(2): 051-059.

Andujar P., Bensefa-Colas L., Descatha A., 2010. Acute and chronic cadmium poisoning. *Rev Med Interne*, 31 (2): 107-15.

Boujelbene M., Gorbel F., Ayadi F., Makni-Ayadi F., Makni-Guermazi F., Kammoun A., Croute F., Soleilhavoup J. -P., El eki A., 2002. Impact d'un traitement chronique au cadmium sur la fonction rénale chez le rat. Détermination d'un biomarqueur d'exposition = Kidney's deficiency induced by the cadmium. *L' Eurobiologiste*, 35(258): 3-17.

Berroukche A. , Slimani M., Ahloul K., Kafi H. et Cheikh A., 2014. Evaluation de l'activité du cadmium, en présence du zinc, sur les structures des tissus régulateurs du métabolisme chez le rat Wistar. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(4): 1796-1807.

- Demenesku J. , Mirkova I., Ninkova M., Aleksandrov A. P., Zolotarevski L., Kataranovski D., Kataranovski M., 2014.** Acute cadmium administration to rats exerts both immunosuppressive and proinflammatory effects in spleen. *Toxicology*, **326**: 96–108.
- Diaby V., Yapo A. F., Adon A. M., Dosso M., Djama A. J., 2016.** Renal, Hepatic and Splenic Biototoxicity of Cadmium Sulphate in the Wistar Rats. *International Journal of Environmental Science and Toxicology Research*, 4(6):103-110,
- Fahim M. A., Nemmar A., Dhanasekaran S., Singh S., Shafiullah M., Yasin J., Zia S., Hasan M. Y., 2012.** Acute Cadmium Exposure Causes Systemic and Thromboembolic Events in Mice. *Physiological Research*, 61: 73-80
- Jacquillet G, Barbier O, Cougnon M, Tauc M, Namorado M, Martin D, et al.** Zinc protects renal function during cadmium intoxication in the rat. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*
- Jarup, L., 2002.** Cadmium overload and toxicity. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 17 (Suppl 2): 35 39.
- Josthna P. , Geetharathan T., Sujatha P. and Deepika G., 2012.** Accumulation of lead and cadmium in the organs and tissues of albino rat. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACY & LIFE SCIENCES*; 3(12): 2186-2189.
- Kara H., Karatas F., Canatan H., 2005.** Effect of Single Dose Cadmium Chloride Administration on Oxidative Stress in Male and Female Rats. *Turk J Vet Anim Sci*; 29: 37-42.
- Kowalczyk E., A. Jankowski, J. Niedworok, J. Śmigielski, P. Tyslerowicz., 2002.** Effect of Long-Term Cadmium Intoxication on Selected Biochemical Parameters in Experimental Animals. *Polish Journal of Environmental Studies*; 11(5): 599-601
- Layachi N. & Kechrid Z., 2013.** Combined protective effect of vitamins C and E on cadmium induced oxidative liver injury in rats. *African Journal of Biotechnology*, **11(93)**: 16013-16020
- Li J. -L., Hui-Xin L., Shu L., Zhao-Xin T., Shi-Wen X., Xiao-Long W., 2010.** Oxidative Stress-Mediated Cytotoxicity of Cadmium in Chicken Splenic Lymphocytes. *Polish Journal of Environmental Studies*, 19(5): 947-956.
- Luevano and Damodaran., 2014.** A Review of Molecular Events of Cadmium-Induced Carcinogenesis. *J Environ Pathol Toxicol Oncol*. 33(3): 183–194.
- Onwuka F. C. , O. Erhabor, M. U. Eteng and I. B. Umoh., 2010.** 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):11-16
- Pirarat N., Chotipong P., Singhasene P., 2008.** Toxicity of Cadmium on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Spleen. *Proceedings, The 15th Congress of FAVA* from 27-30 October. Pp 143-144

Poontawee W., Surapol N. et Orawan W., 2016. Protective Effect of Cleistocalyx nervosum var. paniala Fruit Extract against Oxidative Renal Damage Caused by Cadmium. *Molecules*, 21(133): 1-13.

Koffi M. K., Ake Assi Y., Saki S. J. et BIEGO G. A. H. M., 2014. Evaluation de l'exposition de la population aux métaux traces (cadmium, mercure, plomb) à travers la consommation des viandes et abats de boeuf et de porc importés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(4): 1594-1603,

Mohamed O. A., Azab El-S. A., 2014. 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): 7-17.

Nashwa K. I., 2013. Possible Protective Effect of Kombucha Tea Ferment on Cadmium Chloride Induced Liver and Kidney Damage in Irradiated Rats. *International Journal of Biological and Life Sciences*, 9: 7-12

Neera Singh, Poonam Rani, M Gupta, Nidhi Goel and Neeraj Tandan., 2013. Effects of aqueous extract of Camellia sinensis (L.) O.kuntze on liver markers of cadmium treated rats. *E3 Journal of Biotechnology and Pharmaceutical Research*; 4(5): 89-93

Randa, A. Hassan; Dawlat M. Amin; Nariman A. Rahmy; Hatem, M.E. and Dessouky, M.I. 2012. Clinicopathological, histopathological and immunological studies on animals exposed to lead and cadmium under experimental conditions. *N Y Sci J*, 5(12):120-136

Siddiqui M. F., 2010. Cadmium induced renal toxicity in male rats, Rattus rattus. *Eastern Journal of Medicine*; 15: 93-96

Trewby P. N., Chipping P. M., Palmer S. J., Roberts P. D., Lewis S. M., & Stewart J. S., 1981. Splenic atrophy in adult coeliac disease: is it reversible? *Gut*, 22: 628-632.

Wang H. J., Liu Z. P., Jia X. D., Chen H., and Tan Y. J., 2014. Endocrine Disruption of Cadmium in Rats Using the OECD Enhanced TG 407 Test System. *Biomed Environ Sci*, 27(12): 950-959.