



ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

## Comptes Rendus Biologies

www.sciencedirect.com



Colloque panafricain/Panfrican colloquium (Dakar 2012)

Présence du plomb dans les feuilles de *Solanum macrocarpon* Linn cultivé à Cotonou (Bénin) : rôle des fientes de poulets mal compostées

*Presence of lead in leaves of Solanum macrocarpon cultivated in Cotonou (Benin): Role of poorly composted poultry manure*

Victorien Dougnon<sup>a,b,\*</sup>, Patrick Edorh<sup>a,c</sup>, Honoré Bankolé<sup>b</sup>, Jacques Dougnon<sup>b</sup>, Jean Robert Klotoé<sup>b</sup>, Frédéric Loko<sup>b</sup>, Edmond E. Creppy<sup>d</sup>, Michel Boko<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de toxicologie et de santé environnementale, centre interfacultaire de formation et de recherche en environnement pour le développement durable (CIFRED), université d'Abomey-Calavi, 01 BP 1463 Cotonou, Bénin

<sup>b</sup> Laboratoire de recherche en biologie appliquée (LARBA), école polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), université d'Abomey-Calavi, 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

<sup>c</sup> Département de biochimie et de biologie cellulaire, faculté des sciences et techniques (FAST), université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

<sup>d</sup> Laboratoire de toxicologie et d'hygiène appliquée, unité de formation et de recherche en sciences pharmaceutiques, 146, rue Léo-Saignat, 33076 Bordeaux cedex, France

## I N F O A R T I C L E

Historique de l'article :

Disponible sur Internet le 16 juillet 2013

Mots clés :

Fientes de poulets

*S. macrocarpon*

Plomb

Compostage

Keywords:

Chicken droppings

*S. macrocarpon*

Lead

Compost

## R É S U M É

Le présent travail évalue l'impact de l'utilisation de fientes de poulets et d'eaux d'arrosage sur la qualité toxicologique de *Solanum macrocarpon*, un légume hautement apprécié. Un site témoin à Glo-Djigbé, des sites maraîchers de Houéyiho, de Fidjrossè et d'Agongbomey ont été inclus dans l'étude ; le plomb y a été recherché par spectrophotométrie d'absorption atomique. En ce qui concerne la teneur en plomb dans les fientes, ce métal y a été détecté selon des valeurs comprises entre 0,696 et 3,618 mg/kg. Le sol de Houéyiho ( $46,320 \pm 0,651$  mg/kg) est davantage contaminé par le plomb que les autres sites. Les eaux d'arrosage utilisées sur les sites d'étude sont légèrement contaminées par le plomb, avec des valeurs comprises entre 0,038 et 0,017 mg/L. Les feuilles de *S. macrocarpon* sont contaminées par le plomb selon des valeurs nettement supérieures à celles imposées par la FAO (0,1 mg/kg). Leur consommation sans précautions pourrait exposer les populations à des maladies liées à l'accumulation de ce métal.

© 2013 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## A B S T R A C T

This work assesses the impact of the use of chicken manure and irrigation water on the toxicological quality of *Solanum macrocarpon*, a highly appreciated vegetable. A control site in Glo-Djigbé, gardeners' sites at Houéyiho, Fidjrossè, and Agongbomey were included in the study. Lead has been sought in the environment of *S. macrocarpon* culture by Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Regarding the content of lead in the droppings, the averages in mg/kg varied between 0.696 and 3.618. The soil of Houéyiho ( $46.320 \pm 0.651$  mg/kg) was more contaminated with lead than that of the other sites. The irrigation water used in the study sites was slightly contaminated with lead with values ranging between 0.038 and 0.017 mg/L. Leaves taken from the control site, Glo-Djigbé were contaminated with lead with a value of  $0.936 \pm 0.070$  mg/kg compared to those of Agongbomey, Houéyiho and Fidjrossè. The leaves of *S. macrocarpon* were contaminated with lead at significantly values higher than those

\* Auteur correspondant. Laboratoire de toxicologie et de santé environnementale, centre interfacultaire de formation et de recherche en environnement pour le développement durable (Cifred), université d'Abomey-Calavi, 01 BP 1463 Cotonou, Bénin.

Adresse e-mail : victorien88@hotmail.com (V. Dougnon).

imposed by the FAO (0.1 mg/kg). Consumption without precautions could expose people to diseases related to the accumulation of this metal.

© 2013 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## 1. Introduction

L'agriculture urbaine est devenue à travers le monde entier, et spécifiquement dans les pays en développement, l'une des activités nécessaires pour assurer la sécurité alimentaire des citoyens. Les travaux de Smith et al. [1], de Niang [2], d'Akinbamijo et al. [3] et de Koc et al. [4] ont montré que l'agriculture urbaine est socialement importante. Le Bénin a connu un développement de l'agriculture urbaine, avec un fort usage d'intrants. Ainsi, la population a développé une stratégie locale de production maraîchère qui s'est traduite par l'utilisation des fientes de poulets et d'eaux des marécages pour amender et arroser les produits maraîchers. Mais la présence d'éléments traces dans les fientes représente une contrainte majeure envers son utilisation en agriculture. Cela pourrait être à l'origine d'intoxications alimentaires au niveau des consommateurs de légumes frais. Ayant donc remarqué qu'un nombre croissant de maraîchers préfèrent cette utilisation, ce travail a évalué les impacts que cette pratique pourrait avoir sur la qualité toxicologique de *Solanum macrocarpon*. Pour cela, l'étude a pris en compte le plomb. Des travaux ultérieurs s'étaient intéressés au cadmium et avaient fait l'objet de publications.

## 2. Cadre, matériel et méthodes d'étude

### 2.1. Cadre d'étude

Quatre sites ont été inclus dans l'étude, à savoir un site témoin à Glo-Djigbé, mis en place uniquement pour les besoins de l'étude, et trois sites maraîchers à Houéyiho, Fidjrossè et Agongbomey. Tous les maraîchers de ces sites utilisent les fientes de poules pondeuses pour amender les différentes cultures produites. Seul un site, celui de Glo-Djigbé n'a pas connu de compostage de fientes avant amendement des cultures. En effet, aucun compostage n'y a été réalisé, alors que sur les autres sites, les fientes sont laissées au séchage pendant trois jours à deux semaines environ. Deux systèmes d'arrosage, à savoir le forage et la terre creusée du marécage, sont pratiqués sur deux sites. Les deux autres sites d'étude connaissent un seul système d'arrosage : terre creusée de marécage pour le site d'Agongbomey et robinet pour celui de Glo-Djigbé.

### 2.2. Matériel d'étude

Des sachets blancs étiquetés avec des *markers*, des gants stériles, une glacière, etc. ont été utilisés pour les prélèvements. Un spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) et de la verrerie ont été utilisés pour les tests.

### 2.3. Méthodes d'étude

Il s'est agi d'une étude transversale qui s'est déroulée à Cotonou de novembre 2011 à janvier 2012, sur quatre sites

de culture de *S. macrocarpon*. Sur chaque site, des prélèvements de sols, d'eaux d'arrosage, de feuilles de *S. macrocarpon* et de fientes ont été réalisés chez deux maraîchers choisis de façon aléatoire. Le plomb a été dosé au laboratoire des sciences du sol, eaux et environnement de l'Inrab au Bénin, selon la méthodologie décrite par Dougnon et al. [5]. Les moyennes et écarts-types ont été calculés et le test de Student appliqué avec un seuil de signification de 0,05 avec XL Stat 2011.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Contamination des fientes de poulets

Les moyennes obtenues, en mg/kg, pour les fientes de poulets sont présentées sur la Fig. 1. On note un pic de contamination au niveau du site de Glo-Djigbé.

Les fientes ayant servi à l'amendement des différents sites d'étude sont toutes contaminées par le plomb. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Gupta et Charles [6], qui ont trouvé des valeurs inférieures à 35 mg/kg dans des échantillons de fientes. De même, Kouassi et al. [7] ont trouvé que les fientes épandues sur les sols maraîchers d'Abidjan sont riches en plomb. Cependant, elles demeurent faibles par rapport à la valeur seuil Afnor, qui est 180 mg/kg [7]. Ces indices de contamination sont significativement différents au niveau du site de Glo-Djigbé comparé aux autres sites. Cela serait certainement dû au fait que les fientes de poulets proviennent de divers poulaillers. Toutefois, la présence d'une forte concentration de plomb dans les fientes du site témoin de Glo-Djigbé n'ayant connu aucun compostage pourrait signifier que le compostage joue un rôle assez important dans la capacité de rétention de métaux lourds des fientes. En effet, des fientes humides et compactes retiendraient mieux le plomb que des fientes sèches, de la même manière que les sols lourds en retiennent [8].

### 3.2. Contamination des sols de maraîchage

Les moyennes obtenues sont présentées sur la Fig. 2. On remarque un pic de contamination du sol de Houéyiho par le plomb (Fig. 2).

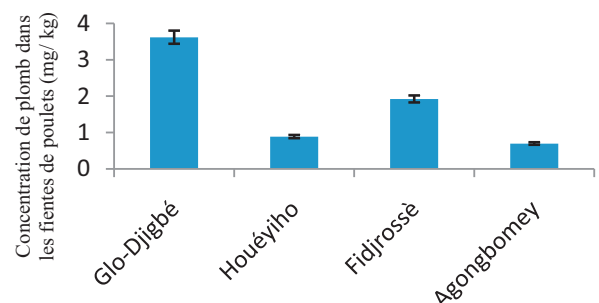


Fig. 1. Contamination des fientes par le plomb.

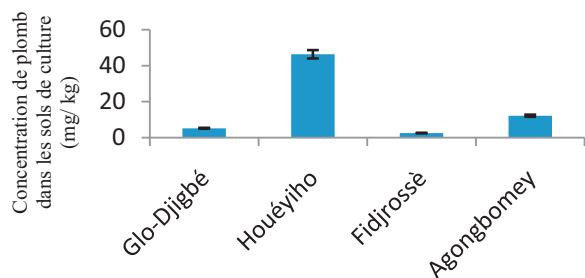


Fig. 2. Contamination des sols maraîchers par le plomb.

Les sols des sites maraîchers sont tous contaminés par le plomb. Ces résultats sont vérifiés par les travaux de Chidikofan [8], qui a souligné que le sol de Houéyiho était fortement contaminé par les métaux lourds. Cela pourrait s'expliquer par la situation géographique du site, au cœur du trafic routier. Toutefois, la pollution du sol du site témoin montre à quel point la pollution atmosphérique n'a pas de limites. Il ne faut néanmoins pas exclure le fait que les grandes quantités de fientes de poulets et de déchets organiques utilisés sur les sites maraîchers depuis des années pourraient avoir contaminé ces sols en plomb [8].

### 3.3. Contamination des eaux d'arrosage

Les eaux sont peu contaminées par le plomb, avec des moyennes comprises entre 0,017 et 0,038 mg/L. Elles contiennent donc des résidus de plomb à des taux inférieurs à la norme recommandée par la FAO. Cette norme est de 5 mg/L [9]. Chidikofan, qui avait travaillé sur le site de Houéyiho, a abouti aux mêmes conclusions [8]. On pourrait alors dire que les eaux d'arrosage des sites d'étude, malgré quelques traces de plomb, ne présentent pas de risques toxicologiques majeurs.

### 3.4. Contamination des feuilles de *S. macrocarpon*

Les moyennes obtenues sont présentées sur la Fig. 3. Les feuilles issues de tous les sites dépassent les normes fixées par la FAO en matière de contamination de légumes par le plomb.

Sur le site témoin de Glo-Djigbé, le taux de plomb est neuf fois supérieur à la valeur limite, qui est de 0,1 mg/kg [10]. Il a atteint près de 11 fois cette valeur sur les sites de Houéyiho et de Fidjrossé, et quatre fois sur le site

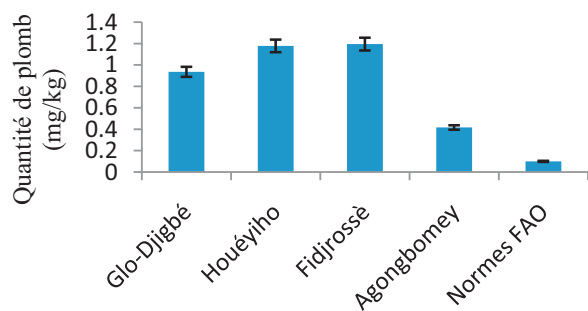


Fig. 3. Contamination des feuilles de *Solanum macrocarpon* par le plomb.

d'Agongbomey. La pollution de ces feuilles par le plomb serait alors due, soit à la contamination des sols par ce métal, soit à celle des fientes. C'est ce que soulignent Kozłowski et Baraniecki [11] en affirmant que, généralement, la présence de métaux lourds dans les feuilles de légumes est liée à celle de métaux dans le sol. L'amendement des sols par les fientes non compostées de façon correcte a tendance à rendre disponibles les métaux dans le sol [12]. Les fortes teneurs en plomb des sols de maraîchage devraient donc expliquer leur accumulation dans les végétaux [13]. Par ailleurs, le plomb peut aussi s'accumuler dans d'autres substances, telles que la viande d'escargot géant (*Achatina achatina*), comme l'ont notifié Etorh et al. [14]. Il ressort de ces travaux que les escargots ont accumulé des teneurs moyennes en plomb de 8,56 mg/kg. L'étude a considéré ces escargots comme des bio-indicateurs de la contamination par le plomb, ce qui n'est pas forcément le cas du légume étudié.

## 4. Conclusion

Des contaminations des fientes de poulets, des eaux d'arrosage, des sols et des feuilles de *S. macrocarpon* par le plomb ont été détectées sur tous les sites d'étude, avec des valeurs parfois supérieures aux normes recommandées par la FAO. La présence de métaux lourds dans les légumes des différents sites d'étude pourrait être à l'origine d'intoxications et nuisances alimentaires. Le compostage des fientes de poulets avant leur application sur les légumes fait partie des mesures atténuantes.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] J. Smit, A. Ratta, J. Bernstein, Urban agriculture: an opportunity for environmentally sustainable development in sub-Saharan Africa, Washington (DC), Banque mondiale, Environmentally Sustainable Division, African Technical Department. Post-UNCED Series, Building Blocks for Africa 2025, 1996.
- [2] S. Niang, Utilisation des eaux usées domestiques en maraîchage péri-urbain à Dakar (Sénégal), *Sécheresse* 3 (1996) 217–223.
- [3] O.O. Akinbami, S.T. Fall, O.B. Smith, Advances in crop-livestock integration in West African cities, ITC/ISRA/CRDI, Dakar, 2002.
- [4] M. Koc, R. Macrae, J.A. Mougeot, J. Welsh, Armer les villes contre la faim : systèmes alimentaires urbains durables, CRDI, Sénégal, 2000.
- [5] T.V. Dougnon, P.A. Etorh, H.S. Bankolé, T.J. Dougnon, S.A. Montcho, A. Hounkpatin, M. Gouissi, B. Sossou, M. Boko, E.E. Creppy, Evaluation of the toxicological quality of the leaves of *Solanum macrocarpum* L. cultivated with the chicken's droppings and water of marsh at Cotonou (Benin), *J. Res. Environ. Sci. Toxicol.* 1 (1) (2012) 001–006.
- [6] G. Gupta, S. Charles, Trace elements in soils fertilized with poultry litter, *Poultry Sci.* 78 (1999) 1695–1698.
- [7] J. Kouassi, Y. Bekro, E. Ahou, D. Baize, O. Denezon, B. Moussa, Z. Fatiha, P. Macaigne, Diagnostic d'une contamination par les éléments traces métalliques de l'épinard (*Spinacia Oleracea*) cultivé sur des sols maraîchers, *Eur. J. Sci. Res.* 21 (3) (2008) 471–487.
- [8] G. Chidikofan, Contribution à l'amélioration de la qualité des cultures maraîchères du site de Houéyiho à Cotonou au BENIN : cas de la laitue (*Lactuca sativa* L.), Mémoire de Master, 2IE, Ouagadougou, 2010.
- [9] R. Ayers, D. Westcott, Water quality for agriculture. FAO irrigation drainage paper 29 (revised), FAO, Rome, Italy, 1989.
- [10] F.A.O., Report on the 32<sup>nd</sup> session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants, ALINORM 01/12, Beijing, People's Republic of China, 20–24 March 2000, in : Joint FAO/WHO Food Standard

- Programme, Codex Alimentarius Commission, 24th Session, 2–7 July, Geneva, Switzerland, 2001.
- [11] R. Kozłowski, P. Baraniecki, Culture du chanvre dans les zones polluées de Poznan (Pologne), Les échos du chanvre, 7, 1997, 6–8.
- [12] M. Mustin, Le compost : gestion de la matière organique, Éditions François Dubusc, Paris, 1987.
- [13] K. Gnandi, K. Tozo, P. Edoth, H. Abi, K. Agbeko, K. Amouzouvi, G. Baba, G. Tchangbedji, K. Killi, P. Bouchet, K. Akpagana, Bioaccumulation de certains éléments métalliques dans les produits maraîchers cultivés sur les sols urbains le long de l'autoroute Lomé–Aného, Sud Togo. Acta Bot. Gallica 155 (3) (2008) 415–426.
- [14] A.P. Edoth, E. Agonkpahoun, K. Gnandi, P. Guédénou, L. Koumolou, C. Amoussou, A. Ayédoun, M. Boko, M. Gbeassor, H. Rihn, E. Creppy, An assessment of the contamination of *Achatina achatina* by toxic metals in Okpara village, Int. J. Biol. Chem. Sci. 3 (6) (2009) 1428–1436.