



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Contamination métallique des légumes des périmètres maraîchers urbains et péri urbains : Cas de la commune de Grand-Popo au Bénin

Séraphin C. ATIDEGLA^{1*}, Euloge K. AGBOSSOU², Joël HUAT³ et
Romain GLELE KAKAI²

¹ Centre Régional pour la Promotion Agricole (CeRPA) Atlantique – Littoral, BP 433 Abomey – Calavi, Bénin.

² Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

³ CIRAD UPR HORTSYS - AfricaRice, 01 BP 2031, Cotonou, Bénin.

* Auteur correspondant, E-mail : eulser2000@yahoo.fr

RESUME

Cette étude se propose d'évaluer la contamination métallique des légumes produits à Grand-Popo au Bénin en liaison avec le maraîchage très développé dans la région. De façon spécifique, l'évaluation a concerné la contamination métallique par les engrais minéraux et la fiente de volaille utilisés de façon intensive par les producteurs pour la fertilisation des cultures. La méthode adoptée est basée sur des essais agronomiques conduits pendant quatre campagnes de production de 2009 à 2010 sur les sites de Yodo-Condji et d'Ayi-Guinnou. Il a été procédé à des analyses de laboratoire pour la recherche de quatre métaux lourds (cuivre, plomb, cadmium et fer) dans les échantillons de légumes et de fiente de volaille. Les teneurs moyennes du plomb dans la carotte, la grande morelle et la tomate, dépassent respectivement de 41, 6 et 38 fois les normes béninoises tandis que celles du cadmium le sont respectivement de 25, 6 et 40 fois. Cependant, dans la fiente de volaille, seules les teneurs du fer ont dépassé les normes requises, au cours des campagnes 1, 2 et 3 tandis que les autres métaux n'ont donné que des traces. Ces différentes teneurs ont révélé l'existence d'une relation de causalité entre les activités humaines non agricoles au niveau des sites étudiés et les degrés de contamination obtenus. Les conséquences induites par cette contamination sont des risques sanitaires pour les consommateurs et producteurs. Pour remédier à cette situation, il urge que des dispositions soient prises pour identifier toutes les sources potentielles de contamination notamment les activités domestiques et commerciales afin d'y renoncer ou de les contrôler.

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Maraîchage, métaux lourds, légumes, risques sanitaires, Bénin.

INTRODUCTION

La chute drastique de la production halieutique dans les eaux fluviales et marines au cours des années 90 et le manque d'emplois dans les grandes villes du Bénin ont poussé de nombreux habitants des zones urbaines et péri urbaines de Grand-Popo à

s'adonner au maraîchage (Atidégl, 2011). Dans les pays en développement au Sud du Sahara, le maraîchage urbain et péri urbain pratiqué en zones côtières joue un rôle important dans l'approvisionnement en légumes des villes en pleine croissance démographique. C'est le cas de la zone

© 2011 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i6.15>

d'étude couvrant les arrondissements d'Agoué et de Grand-Popo (Commune de Grand-Popo) où les cultures maraîchères pratiquées sont dominées par les légumes feuilles (grande morelle), les légumes racines (carotte), les légumes fruits (tomate, piments) et les légumes à bulbes (oignon). Selon Assogba-Komlan (2007), dans le Sud-Bénin, les légumes feuilles occupent la deuxième place derrière la tomate et sont très consommés par 62,5% de la population béninoise. Si l'activité à Grand-Popo jouit d'une accessibilité aisée aux eaux de la nappe phréatique utilisées pour l'arrosage des cultures, elle doit aussi faire face à des contraintes dont notamment la pression foncière et l'infertilité des sols du littoral (Midmore et Jansen, 2003) ainsi que la main-d'œuvre, peu ou pas qualifiée manipulant des produits délicats : engrais et pesticides (Kanda *et al.*, 2009). Malgré cette difficulté, les producteurs de Grand-Popo ont adopté l'intensification comme stratégie d'amélioration de la productivité des terres agricoles (Atidéglá, 2006); ce qu'ont approuvé Fall *et al.* (2000) selon qui, l'apport de fertilisants aux sols s'avère une nécessité pour des cultures maraîchères exigeantes en éléments nutritifs. Mais l'intensification par l'utilisation abusive des engrais minéraux et organiques pour la fertilisation des sols n'est pas sans répercussions sur la qualité et la conservation des écosystèmes côtiers et de leurs ressources. Une étude menée par Agbossou et Sanny (2005) pour le compte de l'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE) a révélé la présence de plusieurs éléments traces métalliques (ETM) dans les cultures maraîchères produites sur les périmètres maraîchers urbains et péri urbains de Cotonou, Porto-Novo et Parakou. En effet, au cours de leur transport et dispersion dans l'eau, l'air et le sol, les contaminants issus des engrais, des pesticides et de la nature sont absorbés par la végétation et se retrouvent ensuite dans la chaîne alimentaire (Lenntech, 2008). C'est pourquoi, les populations, en consommant les produits maraîchers ne sont

donc pas à l'abri des contaminations. Les sites maraîchers de Grand-Popo, notamment ceux des arrondissements de Grand-Popo et d'Agoué, ne sont pas épargnés. En effet, l'un des risques à craindre et qui est lié aux actions anthropiques est l'accumulation de métaux lourds dans les eaux, sols et légumes. En effet, compte tenu de la charge polluante minérale et organique produite, la qualité des différentes ressources (eaux souterraines, sols et produits maraîchers) se trouve donc menacée par les différentes formes de polluants. Les métaux lourds associés aux différents rejets (dépotoirs sauvages, tas d'immondices, gaz d'échappement etc.) représentent les polluants les plus redoutés pour ces milieux en raison de leur concentration par certains organismes vivants et de leur implication dans les phénomènes de bioaccumulation et bioamplification dans les chaînes alimentaires. Pour vérifier l'hypothèse relative à une sévère contamination des légumes par les métaux lourds provenant des engrais minéraux et de la fiente de volaille utilisés, nous avons mis en place une expérimentation en milieu paysan de 2009 à 2010. L'objectif de ce travail est d'évaluer à travers une analyse qualitative et quantitative, la toxicité résiduelle de certains métaux comme le plomb (Pb), le Cadmium (Cd), le Cuivre (Cu) et le Fer (Fe) dans les légumes des périmètres maraîchers urbains et péri urbains de Grand-Popo.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

Située dans le Département du Mono, en bordure de la côte Atlantique, la Commune de Grand-Popo est entre 6° 15' et 6° 25' de latitude Nord et entre 1° 40' et 1° 55' de longitude Est avec une superficie de 240 km². Son altitude moyenne est de 5 m au-dessus de la mer. Elle s'étend sur une longueur de 35 km de côte et abrite une population de 40 335 habitants (INSAE, 2004). Comme toute la région côtière, elle jouit d'un climat de type sub-équatorial, caractérisé par de faibles variations de température (moyenne annuelle de 27,4 °C) et une pluviométrie bimodale : i)

une grande saison sèche de novembre à avril, ii) une grande saison pluvieuse d'avril à juillet, iii) une petite saison sèche d'août à septembre, iv) une petite saison pluvieuse de septembre à octobre. La moyenne pluviométrique annuelle est de 882,1 mm.

La zone d'étude fait partie de l'ensemble géomorphologique de la zone du littoral qui est un domaine très complexe à cause de la diversité et du dynamisme des éléments qu'il associe : la mer, les deltas, les lagunes, les lacs, les marécages et les cordons littoraux.

Choix des sites d'expérimentation

Une enquête exploratoire réalisée en 2008 et axée sur les observations de terrain a permis de retenir comme zone d'étude, les arrondissements de Grand-Popo et d'Agoué, disposant d'exploitations maraîchères urbaines et péri urbaines fonctionnelles toute l'année.

Outre l'enquête exploratoire, une étude réalisée en 2008 a permis d'identifier les potentiels polluants et biocontaminants à partir des analyses d'échantillons de sols, d'eaux d'arrosage et de légumes prélevés dans les essais agronomiques réalisés dans les périmètres maraîchers de six villages de provenance des maraîchers. Sur la base des résultats obtenus, les villages de Yodo-Condji à Grand-Popo et d'Ayi-Guinnou à Agoué étaient considérés comme étant les plus pollués par les métaux lourds recherchés. Pour ce faire, ils ont été retenus dans le cadre de la présente étude pour abriter les actuels tests agronomiques.

Dispositif expérimental des tests agronomiques

Le dispositif expérimental a été installé en milieu réel sur les sites de Yodo-Condji et d'Ayi-Guinnou, caractérisés par des sols sableux marins, peu évolués, lessivés, très filtrants et poreux sur les 2 premiers horizons (0-18 cm et 18-40 cm), à pH légèrement basique (7,3 et 7,5). Ce sont des sols cultivés en continu, sans jachère depuis au moins dix

années. Les effets de la fiente de volaille et des engrais minéraux sur les légumes sont testés sur les sites de Yodo-Condji et Ayi-Guinnou selon un dispositif en split-plot à deux facteurs (traitement et légume) et trois répétitions. Les essais ont été conduits sur quatre campagnes successives de production de 2009 à 2010. Les variables mesurées concernent les teneurs en cuivre, plomb, fer et cadmium. Le facteur secondaire « légume » comportait trois modalités : tomate, grande morelle et carotte, et le facteur principal « traitement » les quatre modalités T0, T1, T2 et T3 que sont : i) T0 (Témoin) : aucune fumure, ii) T1 : 1,2 t/ha de NPK en 3 apports et 1,2 t/ha d'urée en 3 apports, c'est-à-dire 0,4 t/ha de chaque engrais chimique par application, iii) T2 : 20 t/ha de fiente de volaille en apport unique ; 1,2 t/ha de NPK en 3 apports et 1,2 t/ha d'urée en 3 apports c'est-à-dire 0,4 t/ha de chaque engrais chimique par application et iv) T3 : 40 t/ha de fiente de volaille en 2 apports fractionnés de 25 et 15 t/ha.

La fiente de volaille utilisée est constituée de déjections de volaille et de copeaux de bois à l'image des fientes appliquées comme engrais organiques dans la zone d'étude. Celle appliquée au cours de l'essai provient d'un même élevage de poulets de chair et de pondeuses et a été achetée dans l'élevage un mois, après sa sortie du poulailler.

Prélèvements et analyses des fientes de volaille et des légumes

Les prélèvements des légumes ont été faits à la récolte de chaque campagne soit 4 fois au cours de l'essai. L'échantillon de légume frais par parcelle élémentaire et par culture était de 100 g composé de cinq (5) échantillons simples de 20 g. Le prélèvement s'est fait au niveau des quatre coins de l'andain et au centre (échantillon composite). Les échantillons sont recueillis aseptiquement dans des poches stériles et la quantité finale est de 300 g (300 g = 15 échantillons de 20 g pour chacune des 3 cultures).

Pour la fiente de volaille, l'échantillon a été prélevé avant chaque campagne, dans l'élevage au moment de l'achat, suivant la procédure décrite plus haut pour l'obtention d'un échantillon d'un kg. Tous les échantillons sont scellés, identifiés, conservés au frais et transportés au laboratoire le jour même. Les variables mesurées concernent les teneurs en quatre métaux lourds que sont : le fer (Fe), le plomb (Pb), le cuivre (Cu) et le cadmium (Cd).

Les analyses sont faites à Cotonou dans le Laboratoire de Contrôle de Qualité des Eaux et Aliments de la Direction de l'Hygiène et Assainissement de Base du Ministère de la Santé. Dans l'ensemble, 96 échantillons composites de l'ensemble des trois légumes issus des parcelles ayant reçu séparément quatre types de fumure ont été analysés. Il en est de même des 4 échantillons de fiente de volaille. Les méthodes utilisées pour les analyses se résument à celles de la minéralisation selon HACH et celles de dosages au Spectrophotomètre DR 2800 par les méthodes de Dithizone pour le plomb et le cadmium, 1.10- phénanthroline pour le fer et Bicinchoninate pour le cuivre.

Traitement statistique des données

Les analyses de variance sur mesures répétées ont été effectuées par le logiciel SAS version 9.2, pour tester les effets des différents facteurs (traitement et légumes) dans le temps au regard des teneurs en métaux lourds. Afin de stabiliser les variances, chacune des quatre variables considérées (Fe, Cu, Pb et Cd) a été transformée par la fonction logarithmique selon la relation : $y = \ln(x + 1)$, où x est la teneur observée pour chacune des variables considérées et y le résultat de la transformation.

En outre, les moyennes réelles mais ajustées ont été compilées avec les coefficients de variation correspondants. De plus, le test de structuration des moyennes Student Newman – Keuls (SNK) a permis de séparer les moyennes en ressortant les différents groupes de traitements homogènes.

RESULTATS

Toxicité résiduelle en métaux lourds des fientes de volaille utilisées

Les concentrations en métaux lourds ont beaucoup varié d'une campagne à une autre. Outre pour le fer dont les teneurs moyennes ont dépassé les normes Européennes au cours des campagnes 1 à 3, celles des autres métaux lourds (cuivre, plomb et cadmium) dans les fientes de volaille sont largement en dessous de ces normes (Tableau 1). La situation de leur évolution se présente comme suit : i) le fer a été le plus remarquable avec une concentration pour la campagne 1 de 1400,06 mg/kg dépassant plus de 2 fois les normes Européennes admises pour les composts mais connaissant une décroissance vertigineuse d'une campagne à l'autre pour tomber de manière subite de 982 mg/kg à la campagne 3 à 18 mg/kg à la campagne 4, ii) le cuivre a présenté la même tendance en passant de 63,76 mg/kg à la campagne 1 à 37,36 mg/kg à la campagne 4 mais de façon moins drastique, iii) le plomb et le cadmium ont présenté soit des traces ou de très faibles valeurs en dessous des valeurs limites. Ces résultats montrent combien de fois la fiente de volaille (engrais organique), est objet de pollution par le fer car, hormis la campagne 4, les fientes utilisées au cours des autres campagnes sont polluées par le fer.

Effets du temps (4 campagnes), des légumes, des traitements et des sites sur les teneurs en métaux lourds (Fe, Cu, Pb et Cd)

Les résultats des analyses de variances sur mesures répétées sont présentés dans le Tableau 2. Il en ressort que par rapport au temps (d'une campagne à une autre), les teneurs enregistrées par tous les paramètres sont significatives à 0,001 ; ce qui donne ainsi la preuve de l'importance de l'effet du temps (succession des campagnes) sur les paramètres recherchés. Le même degré de significativité a été observé avec l'interaction « Temps*Légume » pour le cuivre et le fer tandis que pour le plomb et le cadmium, le

temps a été significatif à 0,05. Il en est de même pour les interactions « Temps*Sites » et « Temps*Légume*Traitement » respectivement pour le cuivre et le cadmium.

Influence des traitements dans la contamination des légumes par les métaux lourds

Teneurs moyennes en métaux lourds par site lorsque les légumes sont confondus

La Figure 1 illustre les teneurs moyennes en métaux lourds par campagne sur les deux sites lorsque tous légumes et traitements sont confondus. Il en ressort qu'il n'y a pas une grande variation des moyennes entre sites, mais malgré cela, les légumes du site d'Ayi-Guinnou ont des teneurs en métaux lourds un peu plus élevées que ceux de Yodo-Condji.

Par ailleurs, la Figure 2 met en relief les teneurs moyennes par traitement lorsque les campagnes et les sites sont confondus. Nous en déduisons que c'est le traitement T0 qui a été plus performant. Les teneurs moyennes du fer ont été les plus importantes et ont évolué selon l'ordre $T2 < T1 < T3 < T0$ tandis que le Cu et le Pb ont été plus présents sous T0.

Teneurs moyennes en métaux lourds par légume et traitement

Dans l'ensemble, les légumes ont réagi différemment et d'une manière très variable sous les différents traitements. La Figure 3 illustre les résultats d'analyses relatifs aux teneurs moyennes en métaux lourds dans les légumes frais sous les différents traitements lorsque les deux sites et les quatre campagnes sont confondus. De l'analyse des résultats, il ressort que le traitement T0 a eu un effet exceptionnel sur tous les légumes en dominant tous les autres traitements pour le fer contenu dans la grande morelle et la tomate. Seul T3 s'est imposé pour ce paramètre dans la carotte. En outre, il n'y a pas de différence

significative entre traitements pour ce qui est de la teneur du Cu dans les légumes ; le même cas de figure étant observé pour le plomb. Globalement, tous les légumes ont présenté de fortes teneurs sous T0 et les responsabilités de T1, T2 et T3 (traitements à engrais et/ou fiente de volaille) ne sont pas clairement établies dans les différentes teneurs enregistrées (Figure 3).

A l'issue des 4 campagnes, il faut retenir que les teneurs moyennes en métaux lourds ont beaucoup varié d'un métal lourd à un autre et selon le légume en présence (Figure 4). Grosso modo, il se dégage que :

- le fer est très concentré dans tous les légumes produits avec pour leader la grande morelle, ensuite la carotte et enfin la tomate. Les normes béninoises ainsi que celles Européennes du Département Fédéral de l'Intérieur (DFI) sont muettes sur celle qui concerne le fer ;
- le cuivre est présent à des taux pas très élevés mais anormaux et non significativement différents entre les 3 légumes. La tomate a concentré la plus forte valeur contre la plus faible pour la carotte. Les teneurs enregistrées pour tous les légumes dépassent les normes du DFI (15 mg/kg) ;
- les teneurs en plomb dépassent pour tous les légumes les normes du Bénin (0,30 mg/kg pour la grande morelle ; 0,10 mg/kg pour la carotte et la tomate) et celles du DFI (0,1 mg/kg quel que soit le légume) ;
- le cadmium a également donné des teneurs supérieures aux normes préconisées par le Bénin (0,2 mg/kg pour la grande morelle, 0,05 mg/kg pour la tomate et 0,1 mg/kg pour la carotte) et le DFI (0,1 mg/kg quel que soit le légume).
- l'ordre de préférence des métaux lourds par les 3 légumes est Fe, Cu, Pb et Cd.

En conclusion, les légumes analysés sont pollués par le plomb et le cadmium.

Tableau 1 : Teneurs moyennes des métaux lourds dans les fientes de volaille utilisées.

Paramètres (mg/kg)	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Normes Européennes relatives aux composts (mg/kg)
Fer total	1400,06	1274,56	982	18	600
Cuivre	63,76	59,18	56	37,36	100-1000
Plomb	0,0012	0,683	1,6	1,6	150-1000
Cadmium	0,0019	1,138	0,36	0,95	5

Tableau 2 : Résultats d'ANOVA sur mesures répétées : Valeurs de F et niveaux de significativité.

Sources	DDL	Valeurs de Fisher			
		Fer	Cuivre	Plomb	Cadmium
Temps	3	104,91***	55,88***	31,11***	45,41***
Temps*Sites	3	0,80ns	4,67*	1,63ns	1,73ns
Temps*Légume	6	6,24***	7,52***	3,22*	3,06*
Temps*Traitement	9	0,51ns	1,33ns	0,49ns	1,81ns
Temps*Sites* Légume	6	1,88ns	1,40ns	1,67ns	0,12ns
Temps*Sites*Traitement	9	0,80ns	2,08ns	0,58ns	0,63ns
Temps* Légume *Traitement	18	0,93ns	0,72ns	0,49ns	2,14*

* : significatif à 0,05 ; ** : significatif à 0,01 ; *** : significatif à 0,001 ; ns : non significatif à 0,05.

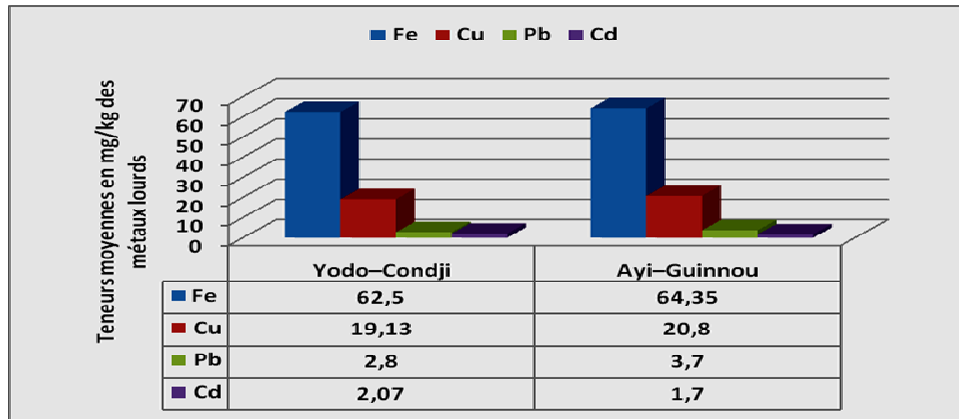


Figure 1 : Teneurs moyennes des métaux lourds par site au titre des 4 campagnes.

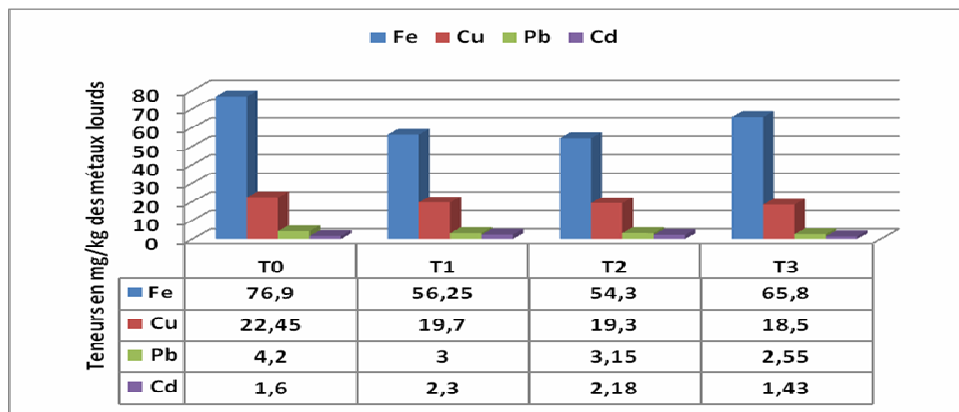


Figure 2 : Teneurs moyennes des métaux lourds par traitement au titre des 4 campagnes.

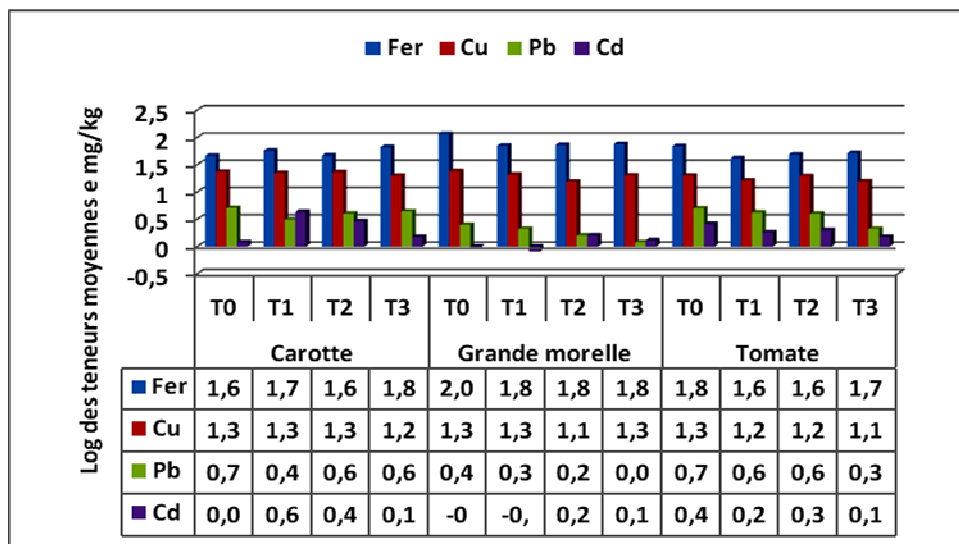


Figure 3 : Teneurs moyennes par légume et traitement au titre des 4 campagnes.

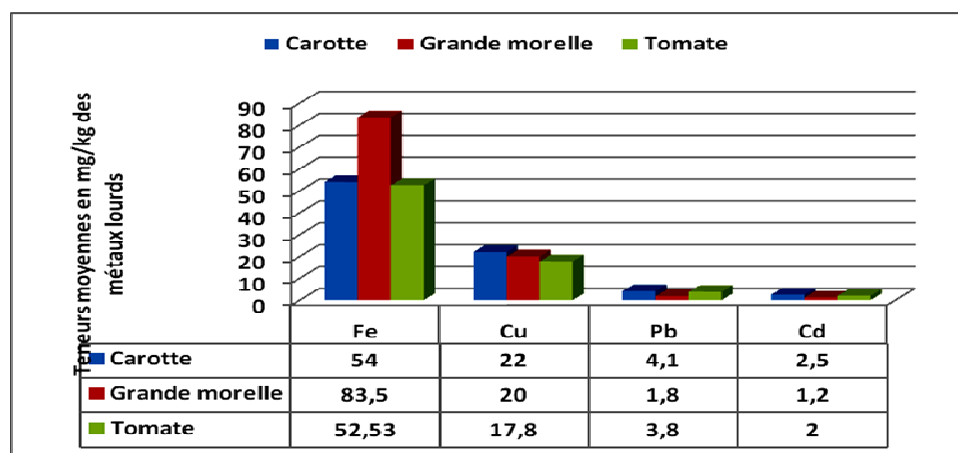


Figure 4 : Teneurs moyennes des métaux lourds par légume au titre des 4 campagnes.

DISCUSSION

La contamination des légumes par les métaux lourds n'est pas le fait exclusif des engrais appliqués (engrais minéraux et fiente de volaille)

Traitement T0 (Témoin)

La remarquable contamination de tous les légumes sous T0 par les métaux lourds parfois au détriment des autres traitements peut être justifiée par la présence naturelle desdits métaux lourds dans les sols, les eaux et l'atmosphère. En effet, une partie des eaux tombées sur le sol (pluies, neiges et irrigation) est évacuée par évaporation ou par ruissellement de surface, tandis que la seconde pénètre dans le sol et se dirige vers les racines des plantes, par gravité, vers les horizons profonds et les nappes phréatiques. Au cours de ces transports, l'eau se charge en éléments traces dissous. L'importance de ces transferts est très variable selon la nature des sols et des métaux (Vincent, 2000). Toutefois, le sort des métaux lourds dans le sol dépend du métal et du sol en présence : une partie est volatilisée (mercure), une autre part avec le ruissellement et la dernière pénètre dans le sol. Si le métal est soluble, il va passer dans les nappes et/ou les plantes ; s'il est insoluble, il va rester dans le sol. Quant aux métaux lourds en suspension dans l'atmosphère et qui n'ont pas pu tomber au sol avec les pluies, le vent les entraîne et, sous l'action de ce dernier, ils se déposent

soit sur les feuilles des plantes ou sur le sol. Au titre de ces métaux lourds, nous avons surtout le plomb dont la plus forte teneur a été enregistrée dans tous les légumes.

Traitements T1, T2 et T3

La contamination chimique des légumes par les métaux lourds sous les traitements T1, T2 et T3 n'a rien apporté de particulier par rapport aux teneurs obtenues sous T0 ; ce qui confirme à juste titre les résultats statistiques sur mesures répétées ; résultats selon lesquels les traitements ne sont pas significatifs. Par exemple, les taux enregistrés par la grande morelle pour le Cu sous T1 (28,5 mg/kg) et T3 (32,2 mg/kg) sont inférieurs à celui obtenu sous T0 (33,3 mg/kg) et c'est le même constat pour le Pb. Ce schéma a varié d'un légume à un autre, mais ce qui est commun, c'est la non influence directe des traitements appliqués sur les légumes en dehors de la fiente qui a un peu influencé la teneur en fer pour la carotte. C'est pourquoi, nous pouvons à priori affirmer qu'en dehors du plomb dont l'origine de la contamination est beaucoup plus l'eau et les retombées des particules atmosphériques, les légumes ont été contaminés par le stock des métaux lourds qui existaient dans le sol. Ceci laisse présager que la charge critique du sol est atteinte et que celui-ci ne continue plus de jouer efficacement son rôle tampon de sorte que les éléments traces métalliques recherchés

atteignent aisément la nappe phréatique. La non détection de certains métaux lourds ou les traces révélées par d'autres peuvent être justifiées par le fait que le sol continue néanmoins de jouer son rôle de dépollution empêchant ainsi les éléments traces métalliques d'atteindre la nappe phréatique. Toutefois, dans les périmètres maraîchers de Cotonou où les travaux similaires ont été menés par Agbossou et Sanny (2005), les dépassements des normes admises par les teneurs en métaux lourds (plomb, fer, cuivre, cadmium etc...) pour la plupart des légumes cultivés se justifiaient par l'utilisation du compost à base d'ordures ménagères.

Origines du plomb et du cadmium identifiés comme polluants des légumes testés

Outre les origines naturelles qu'on connaît aux métaux lourds, les fortes teneurs enregistrées sont également la résultante de plusieurs actions combinées de l'homme. Il s'agit par exemple des : i) mauvaises pratiques agricoles consistant à l'utilisation intensive et abusive d'engrais organiques et de pesticides (insecticides, fongicides et herbicides). C'est une situation qui a été confirmée par Kestemont (2008) dont les résultats des travaux sont également en phase avec les nôtres car, après une étude réalisée dans plusieurs jardins potagers de plusieurs communes de l'entité de Charleroi en Belgique, il a remarqué que les légumes des jardins sont chargés en métaux lourds dont notamment le plomb. Il faut signaler que dans ces jardins, les engrais organiques (compost) et les pesticides sont constamment utilisés. ii) tas d'immondices et déchets ménagers jonchant la zone d'étude et contenant entre autres des proportions non négligeables de piles et batteries usagées, fabriquées avec du plomb ou du cadmium-nickel de même que des morceaux de plomb utilisés comme poids dans les filets de pêche. Il est à faire remarquer par exemple que, dans les piles à base de cadmium-nickel, le cadmium représente plus de 15 à 20% du poids de la pile (Delire, 2002). Etant donné que, les

activités nocturnes de chasse et de pêche d'une part et de pulvérisation de pesticides chimiques avec les appareils ULV dans les années 1990-2000 d'autre part, consommaient énormément de piles sans compter les autres usages domestiques (torches et radios), un stock important de cadmium en particulier et du plomb en général était livré dans la nature iii) débris de plomb dispersés dans l'eau par les chasseurs des oiseaux aquatiques.

D'après Arod (2002), les huîtres (mollusques bivalves) des zones littorales constituent une importante source de cadmium car elles seules concentrent plus de 100 000 fois, voire plus, le cadmium. On peut citer les fumées des cigarettes et des peintures qui sont les sources communes à ces deux métaux qui subissent également l'influence des embruns marins. Plus spécifiquement, les fortes teneurs enregistrées pour le plomb et le cadmium peuvent essentiellement provenir :

➤ du trafic marin de carburant frelaté effectué dans les années 1990-2000 sur la côte de Grand-Popo dont la base était Agoué pour le convoyage des produits pétroliers vers le Togo. Cette activité jadis, avait fréquemment engendré d'importants déversements d'essence plombée et d'huile de moteur le long du littoral ainsi que dans la mer. Une bonne partie de la cargaison était livrée aux grossistes des arrondissements de Grand-Popo et d'Agoué qui à leur tour se chargeaient de la distribution vers les autres localités aux détaillants. A travers ce commerce, une importante dose de plomb sous forme gazéifiée migre dans l'atmosphère et va se déposer sur les feuilles des légumes et au sol. En effet, d'après Semde (2005), si une partie des métaux lourds part directement dans le sol et les eaux, l'essentiel est d'abord émis dans l'atmosphère avant de rejoindre les deux autres éléments.

➤ du développement, ces dernières années, des points de vente de l'essence frelatée le long des artères de la Route Nationale Inter-Etats 1 (RNIE 1) depuis l'entrée de l'arrondissement de Grand-Popo jusqu'à Hilla-Condji, à la frontière bénino-togolaise en passant par Agoué et,

➤ des gaz d'échappement des véhicules circulant sur la RNIE 1 reliant Cotonou et Lomé. En effet, les exploitations maraîchères sont pour la plupart situées à proximité de cette route à grande circulation, dans un rayon de 5 à 400 m. Dans le même sillage, des travaux similaires menés dans les périmètres maraîchers situés le long des routes à intense trafic à Kinshasa par Musibono (2003) ont rapporté que les légumes cultivés sur ces sites sont pollués par le plomb contenu dans la fumée dégagée par les véhicules provenant elle-même de la consommation de l'essence contenant du plomb tétraéthyle. Il a en outre relevé que la teneur du plomb autant dans le sol que dans les légumes, décroît avec l'augmentation de la distance par rapport aux voies principales. D'une manière générale, nous pouvons retenir qu'à l'entrée des villes, les jardins familiaux et les sites maraîchers situés aux abords des grands axes de circulation sont exposés à des flux d'ETM d'origines diverses et constituent des situations très préoccupantes ; comme c'est le cas à Grand-Popo et dans d'autres grandes villes du Bénin (Cotonou, Sèmè, Porto-Novo et Parakou). D'après Carsignol (2004), les situations à risques surgissent lorsque la voie est proche des cultures spécialisées (maraîchage, vergers, vignobles, tabacs), biologiques, industrielles sous contrat ou labellisées. En outre, la circulation automobile et les infrastructures routières constituent aussi des sources d'Eléments Traces Métalliques (ETM) mais, la pollution par les ETM ne représente qu'une fraction de la pollution chronique provenant des véhicules en circulation et de l'usure des équipements de la route (Sétra, 2004). Cependant, il est à retenir que les plantes en général accumulent très peu du plomb par le sol et les traces de plomb que l'on rencontre sur les plantes émanent en général d'une source atmosphérique (ADEME, 1998).

Conclusion

Les présents travaux ont mis en évidence la contamination chimique des légumes testés par les métaux lourds que

sont : le plomb, le cadmium, le cuivre et le fer. L'appréciation des résultats a permis de reconnaître à partir des essais agronomiques, que l'existence historique dans les sols et les eaux des métaux lourds recherchés a influencé les teneurs observées au niveau des légumes testés. Le cas du traitement T0 (zéro fiente de volaille et zéro engrais) est édifiant à plus d'un titre car, il ne vient que confirmer le degré de pollution voire l'ancienneté de cette préoccupante situation des sols de la zone d'étude. Au titre des engrais appliqués, seule la fiente de volaille pourrait porter la responsabilité des fortes teneurs en fer observées pendant quelques campagnes. Du reste, l'étude a permis de mettre en évidence, la présence des métaux lourds dont notamment quelques uns des plus redoutables (Pb et Cd) dans les produits maraîchers. Même ceux décelés à des concentrations relativement faibles sont à considérer à cause des phénomènes de toxicité chronique et des effets d'interaction. Tous ces biocontaminants présentent des risques certains pour la santé des populations et pour la qualité des ressources naturelles.

REMERCIEMENTS

La présente étude a été réalisée grâce à l'assistance financière du Laboratoire d'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi à travers le Projet NPT/BEN/145-FSA.

REFERENCES

- ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). 1998. Connaissance et maîtrise des aspects sanitaires de l'épandage des boues, 22 p. www2.ademe.fr
- Agbossou, Sanny. 2005. Etude des biocontaminants et migration des agents toxiques dans les cultures maraîchères au Bénin. Agence Béninoise pour l'Environnement, Volet n°1 : Périmètres maraîchers de Houéyiho et de Kouhounou à Cotonou, Bénin, 85 p.

- Assogba-Komlan F, Anihouvi P, Achigan E, Sikirou R, Boko A, Adje C, Ahle V, Vodouhe R, Assa A. 2007. Pratiques culturelles et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, **7**(4): 7.
- Atidéglá S. 2006. Atouts et contraintes des modes d'irrigation dans les exploitations urbaines et périurbaines de la Commune de Grand-Popo. Mémoire de DEA, EDP/FLASH, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin, 140 p.
- Atidéglá S. 2011. Effets des différentes doses d'engrais minéraux et de la fiente de volaille sur l'accumulation de biocontaminants et polluants (germes fécaux, composés azotés et phosphorés, métaux lourds) dans les eaux, les sols et les légumes de Grand-Popo au Bénin. Thèse de doctorat, EDP/FLASH, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.
- Arod E. 2002. Se désintoxiquer des métaux lourds, une approche alimentaire globale. Article publié dans Biocontact, Décembre 2002, Anières, Suisse 14p. www.lesensdenosvies.org
- Carsignol J. 2004. Note d'information sur « La pollution des sols et des végétaux à proximité des routes : Les éléments traces métalliques (ETM) ». Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA). Revue, Economie, Environnement Conception. Décembre 2004, 12 p.
- Delire G. 2002. Des piles dans la nature ? Le recyclage des piles. Cours d'épistémologie de la chimie. Agrégation en sciences, Juin 2002, 22 p.
- Fall S-T, Aminata N, Badiane A-N. 2000. Interactions horticulture - élevage: potentiel du système et contraintes. In *Cités Horticoles en Sursis? L'Agriculture Urbaine dans les Grandes Niayes au Sénégal*, Fall ST, Fall AS (Eds). CRDI ; 120 p.
- I.N.S.A.E. (Institut National des Statistiques Appliquées en Economie), 2004. Cahier des villages et quartiers de ville, Département du Mono, MPPD, Cotonou, 25 p.
- Kanda M, Wala K, Batawila K, Djaneye-Boundjou G, Ahanchédé A, Akpagana K. 2009. Le maraîchage périurbain à Lomé : pratiques culturelles, risques sanitaires et dynamiques spatiales. *Cahiers Agricultures*, **18**(4): 356-63.
- Kestemont L. 2008. Les légumes à Charleroi sont riches en métaux lourds en particulier le plomb. *Revue Sciences et Santé*, **5**: 4.
- Lenntech. 2008. Traitement de l'eau et de l'air. Lenntech.
- Midmore DJ, Jansen HGP. 2003 Supplying vegetables to Asian cities: is there a case for peri-urban production? *Food Policy*, **28**: 13-27.
- Musibondo D. 2003. Pollution au plomb des légumes cultivés le long des artères publiques à Kinshasa, IRNB. Département Scientifique, Acte de colloque publié par courrier des lecteurs, 4p. www.lettres@digitalcongo.net
- Semde I. 2005. Rapport sur la « Contribution du Burkina Faso à l'étude sur le plomb et le cadmium » Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie, Direction Générale de l'Amélioration du Cadre de Vie, Octobre 2005, 26 p.
- Sétra (Service d'Etudes Techniques, des Routes et Autoroutes). 2004. La pollution des sols et des végétaux à proximité des routes : Les éléments traces métalliques (ETM). Note d'information. Volume 73, 12 p.
- Vincent M. 2000. La pollution des eaux : Quel constat? Quels outils pour la caractériser? *Revue Expert*, **48**. <http://aquaculture.expert.free.fr/article.htm>