



Evaluation du niveau de contamination en éléments traces métalliques des légumes feuilles cultivés au voisinage de la décharge urbaine de Mbeubeuss (Dakar)

Mariama BAKHOUM¹, Adrienne NDIOLÉNE¹, Ndiak NDIAYE², Mouhamadou Abdoulaye DIALLO¹ et Tidiane DIOP*¹

¹Laboratoire de Chimie Minérale et Analytique, Département de Chimie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

²Laboratoire de Chimie Organique et Informatique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant, e-mail : tidiiane3.diop@ucad.edu.sn (T. Diop) ; Tél : (+221) 77 561 15 42

Submission 23rd December 2024. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 31st January 2025 <https://doi.org/10.35759/JABs.205.4>

RESUME

Objectif : Cette étude vise à déterminer le niveau de la contamination en Eléments Traces Métalliques (ETM) des légumes feuilles (laitue, menthe et oseille) cultivés au voisinage de ladécharge urbaine de Mbeubeuss (Dakar).

Méthodologie et Résultats : Les prélèvements des échantillons de laitue (*Lactuca sativa*), menthe (*nana*) et oseille (*bissap*) ont été réalisés en fonction de leur proximité de Mbeubeuss, source de pollution métallique et de leur disponibilité. Les concentrations en éléments traces métalliques (ETM) des légumes feuilles prélevés ont été analysées par spectrométrie optique d'émission avec plasma à couplage inductif (ICP-OES) après oxydation avec l'eau oxygénée suivi d'une digestion acide. Les résultats obtenus montrent une importante accumulation des ETM par les légumes en comparaison avec les normes du *Codex Alimentarius* et celles des seuils de toxicité de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En effet, les teneurs moyennes en ETM atteignent 71,58, 7,11, 1,03 et 0,23 mg/kg MS respectivement pour zinc (Zn), cuivre (Cu), plomb (Pb) et cadmium (Cd). Les résultats ont montré aussi que les teneurs totales en ETM dans les légumes feuilles suit l'ordre suivant : Zn > Cu > Cd > Pb.

Conclusions et mise en œuvre des résultats : Les teneurs en ETM (Zn, Cu, Pb et Cd) dans les légumes feuilles à des concentrations supérieures aux normes autorisées pourraient avoir des effets néfastes sur la santé du consommateur. Des mesures adéquates pourront alors être prises par les autorités compétentes pour éviter des problèmes de santé publique dans la capitale sénégalaise.

Mots Clés : Contaminations, ETM, légumes feuilles, normes, Mbeubeuss.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the level of metallic trace element (MTE) contamination in leafy vegetables (lettuce, mint and sorrel) grown in the vicinity of the Mbeubeuss urban landfill site (Dakar).

Methodology and results: Samples of lettuce (*Lactuca sativa*), mint and sorrel were taken according to their proximity to Mbeubeuss, a source of metal pollution, and their availability. Trace metal element (TME) concentrations in the leafy vegetables sampled were analyzed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) after oxidation with oxygenated water followed by acid digestion. The results obtained show a significant accumulation of TMEs by vegetables, in comparison with Codex Alimentarius standards and World Health Organization (WHO) toxicity thresholds. In fact, average TME levels reached 71.58, 7.11, 1.03 and 0.23 mg/kg DM respectively for zinc (Zn), copper (Cu), lead (Pb) and cadmium (Cd). The results also showed that total TME in leafy vegetables in the following order : Zn > Cu > Cd > Pb.

Conclusions and implementation of results: Concentrations of TMEs (Zn, Cu, Pb and Cd) in leafy vegetables in excess of authorized standards have adverse effects on consumer health. Appropriate measures can then be taken by the competent authorities to avoid public health problems in the Senegalese capital.

Keywords : Contaminations, ETM, leafy vegetables, standards, Mbeubeuss.

INTRODUCTION

Pendant longtemps, l'agriculture a été étroitement liée à la ville, car toute concentration démographique nécessite d'en garantir l'approvisionnement (Mougeot, 2000). Au Sénégal, comme dans tous les autres pays d'Afrique, le maraîchage occupe une place importante dans les activités socio-économiques. Les produits maraîchers contribuent en effet de façon quantitative et qualitative à l'amélioration de la situation alimentaire des populations rurales et urbaines par leurs apports en éléments minéraux et surtout en vitamines. Dans les zones périurbaines telles que Mbeubeuss (Malika), la sécurité alimentaire est une préoccupation majeure, car la croissance rapide de la population et l'urbanisation engendrent des risques environnementaux importants. La zone de Mbeubeuss se caractérise par une forte activité agricole, mais elle est aussi vulnérable à différents types de pollution, notamment sous l'effet de l'urbanisation et des déchets ménagers. Les éléments traces métalliques (ETM) comme le plomb, le cadmium, le cuivre et le zinc, sont des polluants inquiétants qui peuvent contaminer les cultures (Nriagu, 1990 ; Alloway, 1995). Ces métaux lourds

proviennent de différentes sources, telles que les émissions industrielles, les résidus de pesticides et les dépôts atmosphériques (Kabata-Pendias, 2011; Adriano, 2001). Le phénomène de contamination des sols par les décharges urbaines est plus critique dans les pays en développement qui ont des décharges sauvages (Thonart, 2005; Gbedo, 2010; Biau, 2019). A titre illustratif, des études de sols portant sur les teneurs en ETM dans les sols de Mbeubeuss ont révélé des valeurs de concentrations supérieures aux normes (DIOP *et al.*, 2022). Les cultures de ces sols présentent un risque potentiel pour la santé publique, car ces substances peuvent s'accumuler dans les aliments consommés par les habitants locaux, ce qui peut avoir un impact sur leur santé à long terme (Smith *et al.*, 2008 ; WHO, 2011). Les légumes feuilles comme menthe, laitue, oseille constituent les principales cultures réalisées dans cette zone. C'est pour cette raison, ce travail permet de déterminer les teneurs en ETM des légumes feuilles prélevés au voisinage de la décharge de Mbeubeuss, et de les comparer avec les normes sanitaires consommation.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de la zone d'étude : La décharge urbaine de Mbeubeuss est située dans la région de Dakar, précisément entre les villages de Malika et Keur Massar. Le site est une cuvette appartenant à l'écosystème des Niayes. La décharge est aujourd'hui ceinturée au Sud, à l'Ouest et à l'Est par l'habitat urbain et ses limites septentrionales sont en cours d'urbanisation. Cette dynamique est accentuée par le prolongement de la voie de dégagement nord (VDN) qui borde l'Atlantique et dessert Malika, Keur Massar et Tivaouane Peulh à l'Est, ce qui fait que Mbeubeuss se situe aujourd'hui à l'intérieur de l'agglomération dakaroise (IAGU, 2007, 2011 ; DIOP *et al.*, 2022) (Figure 1).

Echantillonnage des légumes : Les légumes feuilles prélevés sont la laitue, la menthe et l'oseille car ils ont une forte capacité de rétention des poussières atmosphériques chargées en ETM et un usage locale fréquent.

Chaque type de légume a été représenté par un échantillon d'environ 0,5 à 1kg.

Choix du site de prélèvement des échantillons : Cette étude a été menée dans la zone des décharges de Mbeubeuss, retenue en fonction de leur proximité avec des sources d'émission ou de rejet des ETM : voies de circulation, décharge (Figure 1). Les principaux légumes feuilles prélevés sont : la laitue, l'oseille et la menthe. Ces légumes sont prélevés en raison de leur forte capacité de rétention de poussières atmosphériques chargées en ETM et de leur mécanisme d'accumulation des ETM dans les feuilles via le sol (Douay *et al.*, 2002). Les prélèvements ont été effectués de façon aléatoire et méthodique afin d'assurer une couverture adéquate des diverses cultures et conditions des sols. Au niveau du site, trois échantillons composites de laitue (*Lactuca sativa*) (A), de Menthe (*Nana*) (B) et d'Oseille (*bissap*) (C) ont été prélevés.

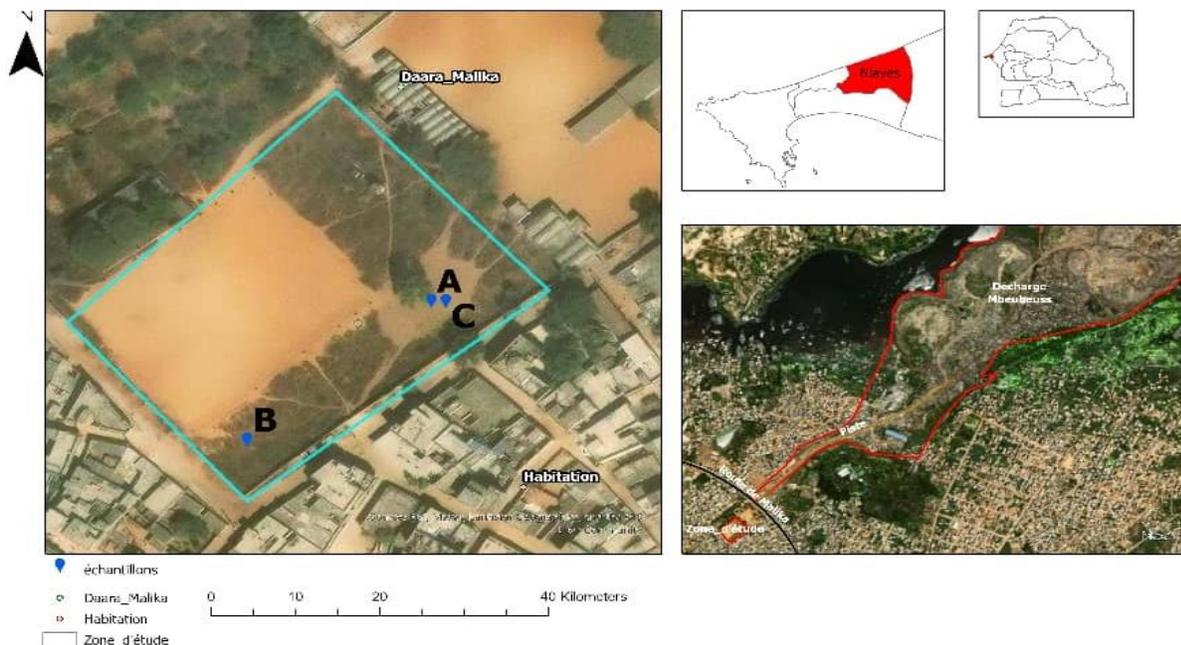


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude (Dakar) et localisation des points de prélèvement des échantillons de légumes feuilles : laitue (*Lactuca sativa*) (A), de Menthe (*Nana*) (B) et d'Oseille (*bissap*) (C).

Préparation et analyse des métaux dans les légumes : La préparation des échantillons a été réalisée au Laboratoire de Chimie Minérale et Analytique (LACHIMIA). Les échantillons de légumes prélevés sont lavés à l'eau du robinet, rincés avec de l'eau distillée puis séchés à l'étuve. Après séchage, les échantillons sont broyés, tamisés (tamis de 2 mm de diamètre). Deux grammes (2g) de salade (laitue), 2g d'oseille (bissap feuilles) et 1,78g de nana (menthe) ont été pesés. Chaque échantillon est mis en solution par un mélange de :

25 mL d'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) ;

12 mL d'acide nitrique (HNO₃) ;

13 mL d'acide perchlorique (HClO₄)

Le choix de ces réactifs est dû au fait que l'acide nitrique (HNO₃) est le réactif le plus

employé pour la minéralisation d'échantillons environnementaux en raison de ses capacités oxydantes. Il possède un point d'ébullition faible. Il est souvent mélangé avec d'autres réactifs comme l'acide perchlorique, le peroxyde d'hydrogène (qui est un agent chimique qui possède à la fois des propriétés oxydantes et réductrices) afin d'améliorer la mise en solution par une dissolution complète de la matrice. Chaque solution est mise dans un erlenmeyer agité pendant 3 heures à l'aide d'un agitateur magnétique. . Après l'agitation, les solutions sont filtrées à l'aide de papier filtre et mises dans des tubes centrifugation de 50 mL. L'analyse a été réalisée par une spectrométrie d'émission optique avec plasma à couplage inductif.



Figure 2 : feuilles de menthe (nana) ; salade ; oseille lavées

Calcul des teneurs métalliques dans les légumes : Le calcul de la teneur des ETM se fait selon la formule suivante :

$$T(ppm) = \frac{c \times v}{s} \quad (1)$$

T = Teneur de l'élément en mg/kg ou en ppm ;

C = Concentration de l'élément en mg/l déterminée par ICP-OES ;

S = Poids de la prise en g (2g de salade ; 2g d'oseille et 1,78g de nana) ; V = Volume final en ml (50mL).

RESULTATS

Les concentrations en ppm ou en mg/kg de matières sèches sont indiquées dans le tableau 1. Les teneurs en métaux sont très disparates et varient en fonction du métal et de l'espèce végétale. D'une manière générale, la séquence

des teneurs en métaux dans les légumes étudiés varie dans l'ordre suivante : Zn > Cu > Pb > Cd. Cette séquence et les normes sont représentées sur la figure 3.

Tableau 1 : Teneurs totales en ETM (mg/kg de matière sèche) dans les légumes Laitue, Menthe et Oseille.

	Cd(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
Menthe	0,140	5,33	0,84	93,25
Salade	0,300	6,50	1,25	77,00
Oseille	0,250	9,50	1,00	44,5
Moyenne	0,230	7,110	1,03	71,58
<i>Limite Codex Alimentarius</i>	0,2		0,3	
<i>Seuils de toxicité OMS</i>	0,05	3	0,1	5
<i>CSHPF</i>	0,2		0,5	

CSHPF : Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), 1996 pour Cd et Pb dans les légumes feuilles

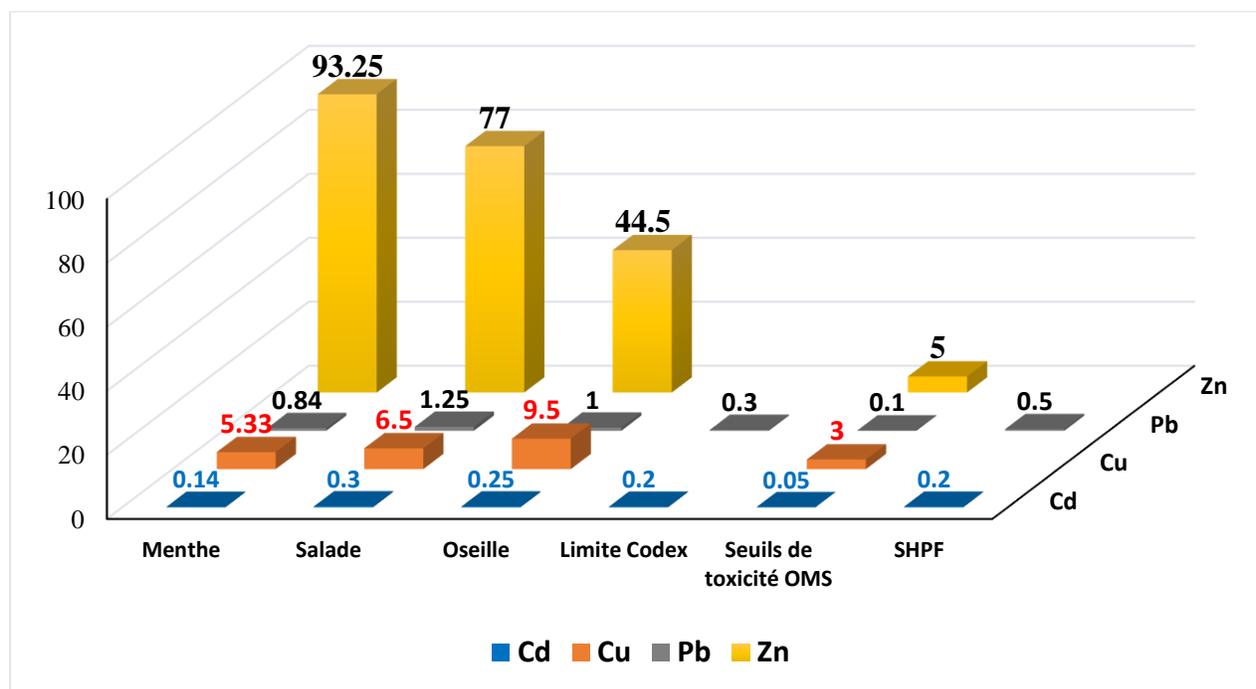


Figure 3 : Teneurs totales en ETM (mg/kg de matière sèche) dans les légumes Menthe, Salade, Oseille et les normes

Sur la figure 3, la teneur moyenne en cadmium dans les salades (0,3 mg/kg) est plus importante que celle du menthe (0,14 mg/kg) et de l'oseille (0,25 mg/kg). La Laitue accumule plus de cadmium que les autres légumes. Les concentrations en cadmium dans la laitue et l'oseille dépassent la limite du Codex Alimentarius (0,2 mg/kg) (Commission, 1984) et la norme du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de la France (0,2 mg/kg) (Chaine *et al.*, 2016), tandis que la menthe a une teneur de 0,14 inférieure à la

limite *Codex Alimentarius*. Les concentrations en cuivre dans les légumes Menthe, Salade et Oseille sont respectivement 5,33, 6,5 à 9,5 mg/kg matières sèches. , Ces teneurs dépassent la limite de l'OMS (3 mg/kg). L'oseille présente la concentration la plus élevée (9,5 mg/kg). Pour le plomb les légumes accumulent des teneurs supérieures aux normes édictés. La Laitue accumule davantage plus de plomb. Cela pourrait être dû au fait que la Laitue a une structure racinaire et un métabolisme qui assure une absorption efficace du plomb. Les

concentrations en zinc dans toutes les plantes sont significativement supérieures à la limite de l'OMS (5 mg/kg). On y a notamment

DISCUSSION

La comparaison de teneurs totales en ETM dans les légumes par rapport aux normes montre que, les teneurs en Cd, Cu, Pb et Zn dans les légumes excèdent les seuils en métaux dans les légumes. Cette contamination est probablement due à l'accumulation des éléments traces métalliques dans les sols. Les travaux de DIOP *et al.* (2022) ont montré une accumulation d'éléments traces métalliques dans les sols de la zone. Les teneurs du cuivre, plomb et zinc dans les sols étaient respectivement Cu (16,97-216 ppm), Pb (0-322,78 ppm), Zn (45,04-279,88 ppm). Cette concentration en ETM est due à la décharge sauvage de Mbeubeuss, aux transports urbains et aux activités industrielles dans la zone. Cette accumulation des ETM dans les sols entraîne une contamination des légumes feuilles par absorption racinaire ou par dépôt de poussières chargées en ETM. Mouchet *et al.* (2008) indiquent que la présence des cultures maraîchères à proximité d'installations industrielles entraîne une accumulation de polluants métalliques dans les légumes consommés par la population. Cette accumulation des éléments traces métalliques (ETM) peut présenter des risques pour les

constaté un niveau alarmant de 93,25 mg/kg dans la menthe.

organismes vivants (Finster *et al.*, 2004). En plus la consommation de végétaux cultivés sur des sols pollués par les ETM est une des voies d'exposition humaine aux ETM (Cui *et al.*, 2004 ; Mpundu, 2010). A partir de cette assertion, les plats alimentaires de la population dakaroise doivent être surveillés pour minimiser les risques d'exposition en ETM. Pour éviter des risques, il faut des techniques adéquates afin de réduire le transfert sol-plante des ETM. Sur la base des résultats obtenus dans ce travail, nous recommandons aux autorités sénégalaise (ministère de la Santé et de l'Action sociale, ministère de l'Agriculture, de la Souveraineté alimentaire, de l'Elevage, ministère de l'Environnement et de la Transition écologique) de prendre des mesures interdisant l'agriculture maraîchère aux abords de Mbeubeuss. Les maraîchers pourraient alors s'installer dans des zones plus éloignées de la capitale et moins polluées afin d'y pratiquer une agriculture propre pour le bien-être des populations. Un suivi régulier des métaux lourds dans l'environnement (sols, eaux d'arrosage et légumes) est également nécessaire pour prévenir leur accumulation.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Les légumes feuilles prélevés dans la zone de Mbeubeuss présentent des teneurs en éléments traces métalliques supérieures aux normes internationales, comme les seuils de toxicité de l'OMS pour les métaux dans les légumes, les limites du *Codex Alimentarius* et celles du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) de 1996 pour le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) dans les légumes feuilles. Les fortes teneurs en cadmium (Cd), cuivre (Cu), plomb (Pb) et zinc (Zn) enregistrées dans les feuilles s'expliqueraient par la proximité de

la décharge de Mbeubeuss, des axes routiers, mais aussi par l'utilisation d'eaux souterraines qui pourraient être contaminées pour l'irrigation des cultures maraîchères. Cette contamination des légumes doit inciter les autorités en charge de l'environnement et de la santé à prendre les mesures adéquates pour assurer la sécurité de la population, comme une dépollution biologique des sols de Mbeubeuss, notamment par phytoremédiation, afin de limiter le risque de transfert des ETM dans la chaîne alimentaire. Par ailleurs, un suivi

régulier des ETM dans les milieux environnementaux, en particulier les sols, les eaux et les légumes, devrait être mis en place pour éviter l'accumulation excessive de ces éléments dans la chaîne alimentaire. Il serait également très important d'évaluer la valeur nutritionnelle de ces légumes (taux de sucre et

réducteur, teneur en protéines et en sels minéraux) et de leurs feuilles. Dans le cas de l'identification des origines de la contamination des éléments traces métalliques des études sur : « **la qualité** des eaux souterrains et des sols » sont nécessaires.

REFERENCES

- Adriano D. C., 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments, Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer.
- Alloway B. J., 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional.
- Biaou CI, Hedible SC, Landeou RC, Boko M. 2019. Impact des Décharges Sauvages des Déchets Solides sur les Sols à Cotonou. *European Scientific Journal*, 15(30): 94. Retrieved from <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/12526>
- Chaîne M., Legrani A., et Chahredine S. E., 2016. « Impacte de l'irrigation du sol agricole par les eaux d'Oued El Kebir », thèse Doctorat, Université de Jijel.
- Codex Alimentarius Commission, 1984. Contaminants, Joint FAO/WHO Food standards Program (Vol. XVII, 1st ed.). Geneva: *Codex Alimentarius*. 5335.
- Commission C. A., 1984. « Contaminants, joint FAO/WHO food standards program, vol », XVII, 1st ed. Geneva : *Codex Alimentarius*.
- CSHPF., 1996. Plomb, cadmium et mercure dans l'alimentation ; évaluation et gestion du risque. *Ed. Lavoisier, Tec et Doc*. Paris, 236 p.
- Cui Y.J., Zhu Y.G., Zhai R.H., 2004. Transfer of metals from soil to vegetables in an area near a smelter in Nanning, China. *Env Inter* 30: 785-91.
- Douay F. et Sterckeman T., 2002. « Teneurs en Pb, Cd et Zn dans les végétaux cultivés aux alentours d'usines métallurgiques », Les éléments traces métalliques dans les sols. Approches fonctionnelles et spatiales. Chapitre 30.
- Finster M.E., Gray K.A., Binns H.J., 2004. Lead levels of edibles grown in contaminated residential soils: A field survey. *Sci Total Environ* 320: 245-57.
- Gbedo V. 2010. Problématique de la valorisation des déchets plastiques à Cotonou : approche pour une maîtrise des aspects techniques et socio-économique (Thèse de doctorat). d'Abomey-Calavi.
- IAGU. 2007. Décharge de Mbeubeuss : analyse des impacts et amélioration des conditions de vie des populations de Diamalaye à Malika dans la banlieue de Dakar.
- IAGU. 2011. Institut Africain de Gestion Urbaine : Villes ciblées-Décharge de Mbeubeuss : Analyse des impacts et amélioration des conditions de vie et de l'environnement à Diamalaye (Malika), Dakar. Rapport final numéro 103 801 01/CRDI. www.iagu.org.
- Kabata-Pendias A. & Pendias H., 2001. Trace elements in soils and plants, Boca Raton, CRC Press Inc. 3ème Ed
- Mouchet F., Deny S., Marot F., Douay F., Pinet C., Pourrut B., Roussel H., Vimont V., Dumat C., 2008. Évaluation de la contamination de plantes potagères cultivées dans un environnement potentiellement pollué : contexte actuel et propositions d'outils opérationnels. *Environnement, Risques & Santé*, 7(3) : 203-208.
- Mpundu M. M., 2010. Contamination des sols en Éléments Traces Métalliques à

- Lubumbashi (Katanga/RD Congo).
Évaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de rémédiation ». Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 432p.
- Mougeot L. J. A., 2000. Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks, and Policy Challenges. *Clinical and Experimental Obstetrics and Gynecology*, vol.36, n° 2, p 133–134.
- Nriagu J. O., 1990. « Global Metal Pollution: Poisoning the Biosphere? », *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, vol. 32, n° 7, p. 7-33.
- Smith S. E., Read D. J., 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press.
- Tidiane DIOP, Abdoulaye DIARRA, Mouhamadou Abdoulaye DIALLO, Mame Mor DIONE et Abdoulaye DIOP, Impact d'une décharge urbaine sur la contamination métallique des sols : cas de la décharge de Mbeubeuss (Dakar), *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 16(6): 2992-3002, December 2022.
- Thonart P, Diabate SI, Hiligsmann S, Lardinois M. 2005. Gestion des déchets ménagers et sites d'enfouissement technique dans les pays du Sud. *Guide pratique*. Retrieved from www.iepf.org, 04/01/2018.
- WHO 2011. Nutrients in Drinking-water. World Health Organization.