



Original Paper

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

Impacts des eaux polluées sur la croissance, les teneurs en chlorophylles et substances organiques dans les feuilles de deux Poaceae

Richard Jules PRISO ^{1*}, Siegfried Didier DIBONG ¹, Carole TCHINDA METAGNE ¹,
Victor Désiré TAFFOUO ¹, NDONGO DIN ¹ et AMOUGOU AKOA ²

¹Département de Biologie des Organismes Végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala, BP 24157 Douala, Cameroun.

²Département de Biologie et physiologie Végétales, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, BP 812 Yaoundé, Cameroun.

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

RESUME

Dans le contexte actuel de conservation de la biodiversité, les questions liées à la protection de l'environnement sont essentielles et vitales. La ville de Douala fait partie des villes du Cameroun où la pollution des eaux est mieux ressentie. Une étude comparative des paramètres de croissance notamment, le nombre des feuilles, la surface foliaire, la hauteur et le diamètre des tiges, les teneurs en chlorophylles et substances organiques dans les feuilles de *Zea mays* et *Eleusine indica* poussant en milieu pollué et non pollué a été réalisée. Quelques paramètres physiques de l'eau polluée ont été analysés et certains paramètres physico-chimiques ont été acquis. Les résultats montrent que les valeurs moyennes du nombre de feuilles, des hauteurs et des diamètres des tiges de *Zea mays* et *Eleusine indica* sont plus élevées en milieu pollué comparativement au milieu naturel. Les concentrations moyennes des chlorophylles (a + b) dans les feuilles de ces deux espèces rencontrées au voisinage du marécage pollué sont significativement plus faibles que celles obtenues en milieu non pollué. Les teneurs en glucides et lipides (exprimés en % de matière sèche) dans les échantillons de feuilles de *Zea mays* et *Eleusine indica* qui poussaient en milieu pollué ont diminué alors que celles des protéides ont augmenté.

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : chlorophylle, croissance, *Eleusine indica*, feuille, pollution, *Zea mays*.

INTRODUCTION

De nombreuses études ont montré que les Graminées sont parmi les plantes les plus tolérantes à la pollution notamment par les métaux lourds. Anoliefo et al. (2008), Ogbo et al. (2009) signalent que la forte présence d'une plante dans un site altéré peut donner

une indication sur le caractère résistant de la plante ou sur les potentialités de phytoremédiation. C'est aussi dans cette famille qu'on note les plantes les plus cultivées et les plus consommées telles que le riz (*Oryza*) ou le maïs (*Zea mays*).

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

L'agriculture urbaine, le plus souvent inhérente à la recherche des moyens de survie, s'est amplifiée dans nos cités (Adjia et al., 2008). Les moindres espaces sont transformés en champs. Les dépotoirs sont ainsi utilisés pour la culture du maïs, du manioc ou de la patate douce (Adjia et al., 2008 ; Priso et al., 2010) nonobstant les dangers liés à la bioconcentration des substances dans les plantes consommées.

Comme dans toutes les villes industrielles, les écosystèmes aquatiques de la ville de Douala sont soumis aux différentes sources de pollution qui affectent la distribution et la morphologie des plantes aquatiques (Ekane et Oben, 2001 ; Agarwal, 2005 ; El Guamri et Belghti, 2006). Dans les marécages pollués, l'eutrophisation se produit avec l'augmentation des nitrates, phosphates, matières organiques et substances toxiques tels que les métaux lourds. Ces polluants peuvent provoquer la dégradation de la végétation ou favoriser la vigueur et l'abondance de quelques espèces (Ramade et al., 1984 ; Brix et Shierup, 1989 ; Agendia et al., 1998 ; Priso et al., 2000 ; Ekane et Oben, 2001). L'agriculture urbaine, bien qu'elle permette de compléter les revenus des individus et des ménages, peut avoir des effets nocifs sur la santé des populations et l'environnement lorsqu'elle est pratiquée dans les zones polluées. En effet, la recherche des moyens de survie contraint les populations à s'établir dans les marécages et même à y cultiver nonobstant les risques.

Par ailleurs, les marécages naturels jouent un rôle important dans le traitement des déchets liquides. Ils interceptent l'eau et éliminent les polluants par biodégradation, absorption et échanges ioniques entre les sédiments (Odum, 1996) et jouent un rôle économique.

Les objectifs généraux de la politique environnementale étant de prendre soin de la santé et de l'environnement ces dernières années (Markert et al., 2003), le présent travail analyse l'influence des rejets des fermenteries du Cameroun sur la morphologie

de *Zea mays* et *Eleusine indica*, ainsi que les teneurs en chlorophylles, glucides, lipides et protides dans les feuilles de ces deux espèces.

MATERIEL ET METHODES

Site

Le site pollué se trouve à Boadibo, dans une banlieue au nord-ouest à 3 km de la ville de Douala (4°1' de latitude Nord et 9°43' de longitude Est ; altitude 10 m) sur l'ancienne route Douala-Tiko. Le climat est du type équatorial, avec une longue saison de pluies allant de mars à novembre, et une courte saison sèche de décembre à février. La température annuelle est autour de 26 °C et les précipitations annuelles ont une hauteur de 4 mètres (Din et al., 2001).

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de *Zea mays* et *Eleusine indica*. Des graines de *Z. mays* ont été semées simultanément en milieu pollué et non pollué alors que des jeunes pousses d'*E. indica* ont été répertoriées et leur croissance suivie directement sur le terrain à Boadibo et dans les champs expérimentaux de la Faculté des Sciences.

Analyses chimiques des eaux

Le pH a été mesuré par un pH_mètre (SOLEA) ; la conductivité, les sels totaux dissous, la température ont été déterminés par un conductimètre de poche LF 330/340 (TETRACON 325), les ions ammonium, les nitrates, les phosphates ont été dosés par les méthodes décrites respectivement par Crook et al., 1977 ; Cataldo et al., 1975 et Murphy et Reley 1962 cit. Priso et al. (2010), le cadmium et la demande biologique en oxygène par les méthodes décrites par Hach (1992).

Paramètres de croissance

Les graines de *Zea mays* ont été semées en milieu pollué (dans les champs recevant les eaux polluées en provenance de la société camerounaise des fermenteries) et non polluées notamment dans les champs

expérimentaux de l'Université de Douala à Ndogbong (Figure 1). A l'intérieur de ces différents milieux expérimentaux, des jeunes pousses d'*Eleusine indica* ont été répertoriées *in situ* et un suivi a été effectué pendant 6 semaines. Après une semaine de croissance de *Zea mays* en milieu pollué et non pollué, les paramètres de croissance tels que la hauteur de la tige, le nombre de feuilles, la surface foliaire ($L \times l \times 2/3$) et le diamètre de la tige sont mesurés tous les sept jours chez les deux espèces et ceci pendant six semaines. Au bout de ce temps, les teneurs en chlorophylles, Azote, glucides et lipides ont été déterminées dans les feuilles.

Chlorophylles

Les Chlorophylles ont été dosées par la méthode d'Arnon (1949). Dans les champs, après six semaines, on prélève sur plusieurs plantes quelques feuilles de *E. indica* et de *Z. mays* dans chaque milieu où se déroule l'expérimentation. Ces feuilles sont transportées au laboratoire où elles sont lavées, essorées à l'état frais, puis pesées à l'aide d'une balance au 1/10 000e (ADAM, AGT-200) afin d'obtenir 0,080 g de matière fraîche pour chaque échantillon. Il est ensuite broyé avec 10 ml d'acétone 80%, en présence du sable préalablement stérilisé, dans un mortier en porcelaine. L'extrait est centrifugé pendant 10 minutes à une vitesse de 12000 g. Le surnageant est alors récupéré et le culot est repris dans 10 ml d'acétone 80% puis centrifugé de nouveau afin d'en extraire totalement la chlorophylle. Les deux surnageants sont recueillis et mélangés, les densités optiques sont lues à 645 et 663 nm au spectrophotomètre Thermospectronic.

Les concentrations en mg/l de solution des Chlorophylles sont données par les formules suivantes (Taffouo et al., 2008).

$$\text{Chlorophylle a} = 12,7 Y - 2,69 X$$

$$\text{Chlorophylle b} = 22,9 X - 4,68 Y$$

$$\text{Chlorophylle (a+b)} = 20,21 X + 8,02 Y \quad \text{où } X \text{ est l'absorbance de la Chlorophylle à } 645 \text{ nm} \\ \text{et } Y \text{ l'absorbance à } 663 \text{ nm.}$$

Substances organiques

Les teneurs en protides ont été obtenues par détermination de l'azote kjeldahl à partir du spectrophotomètre (A.O.A.C, 1980). La teneur en lipides est déterminée par la méthode du soxhlet (Taffouo, 2008). La teneur en glucides totaux par la méthode de différence (A.O.A.C, 1980 ; Agbor-Egbe et Rickard, 1990).

Analyses statistiques

Les résultats sont présentés sous forme de moyennes \pm écart type. Les comparaisons entre ces valeurs ont été réalisées à l'aide du test de student. De même, le test de comparaison des moyennes de Duncan a été utilisé pour déterminer les différences significatives.

RESULTATS

Les valeurs de la DBO₅, des phosphates, nitrates et cadmium ont été élevées au niveau de la société camerounaise des fermenteries et ont atteint respectivement $4046,00 \pm 992,81 \text{ mg l}^{-1}$, $58,20 \pm 14,72 \text{ mg l}^{-1}$, $53,81 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ et $0,038 \pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$ pour $n=5$ (Tableau 1).

Au niveau de la société camerounaise des fermenteries, le nombre moyen de feuilles de *Z. mays* a été de $7,49 \pm 0,56$ et est significativement supérieur à celui obtenu en champ expérimental ($6,15 \pm 0,49$) pour un intervalle de confiance de 95% ($p < 0,05$). Cette différence s'observe également pour la hauteur et le diamètre de la tige. Par contre, la surface foliaire de cette plante en milieu pollué est inférieure à celle du milieu non pollué, la différence n'étant pas significative (Tableau 2).

Au niveau de la société camerounaise des fermenteries, la surface foliaire d'*E. indica* est significativement supérieure à celle du milieu naturel pour un intervalle de confiance de 95% ($p < 0,05$). Cette différence s'observe également pour le nombre moyen de feuilles, le diamètre et la hauteur de la tige.

Concernant le diamètre de la tige et le nombre moyen de feuilles de *Z. mays* en

milieu pollué, on a noté une corrélation significative ($r = 0.677$; $p < 0,05$) entre ces deux paramètres de croissance. Pour *Z. mays* en milieu non pollué, il y a une corrélation significative ($r = 0.692$ et $r = 0,771$; $p < 0,05$) respectivement entre 3 paramètres de croissance : la hauteur de la tige et le diamètre de la tige d'une part, la hauteur de la tige et le nombre moyen de feuilles d'autre part.

E. indica, en milieu pollué, a montré une corrélation significative ($r = 0,807$ et $r = 0,577$; $p < 0,05$) respectivement entre 3 paramètres de croissance : la hauteur de la tige et le diamètre de la tige, la hauteur de la tige et la surface foliaire. Par contre, en milieu non pollué, la corrélation est significative ($r = 0,860$; $r = 0,882$; $r = 0,845$; $p < 0,05$) respectivement entre tous les 4 paramètres de croissance étudiés : la hauteur de la tige et le diamètre, la hauteur de la tige et surface foliaire, la hauteur de la tige et nombre moyen de feuilles. Lorsque l'environnement est pollué, la corrélation entre les différents paramètres de croissance diminue.

L'analyse des résultats montre que la teneur en chlorophylles (a+b) dans les feuilles d'*E. indica* se trouvant près de la société camerounaise des fermenteries est de $15,75 \pm 2,35 \text{ mg l}^{-1}$ alors qu'elle atteint des valeurs de $19,96 \pm 1,68 \text{ mg l}^{-1}$ en milieu non pollué.

Les valeurs de chlorophylle (a+b) dans les feuilles de ces deux plantes en milieu naturel sont significativement supérieures à celles obtenues en milieu pollué pour un intervalle de confiance de 95% pour *Zea mays* et pour *Eleusine indica* ($p \leq 0,05$). Ces résultats montrent que la teneur en chlorophylle (a+b) dans les feuilles des deux plantes diminue lorsque l'environnement est pollué (Tableau 3).

Les teneurs des protides, lipides, glucides dans les feuilles sèches de *Z. mays* et *E. indica* ont été variables (Tableau 4). Concernant *E. indica*, les taux de protides sont plus élevés en milieu pollué ($2,45 \pm 0,05\%$) qu'en milieu naturel ($1,64 \pm 0,09\%$). Les taux des glucides et des lipides sont respectivement de $2,66 \pm 0,15\%$ et $7,17 \pm 0,20\%$ en milieu naturel, pour un intervalle de confiance de 95% ($p \leq 0,05$). Le même résultat est obtenu avec *Zea mays*, seulement qu'avec les lipides, la différence est significative pour un intervalle de 95% ($p \leq 0,05$). Ces résultats montrent de manière générale que dans les feuilles des deux plantes étudiées, les taux de protides augmentent en milieu pollué alors que ceux des glucides et lipides diminuent.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques au site d'étude de la société des fermenteries du Cameroun.

Paramètres	Valeurs (n =5)
DBO ₅ (mg/l)	4046 ± 992,81
pH	5,37 ± 0,55
Conductivité (µs/s)	977,66 ± 242,47
Solides totaux dissous (mg/l)	186,07 ± 110,20
Phosphates (mg/l)	58,20 ± 14,72
Nitrates (mg/l)	53,81 ± 0,0076
Cadmium (mg/l)	0,038 ± 0,0076
Ammonium (mg/l)	18,32 ± 0
Températures (°C)	51,59 ± 1,79

Les valeurs sont des moyennes ± écart type

Tableau 2 : Quelques paramètres moyens de croissance chez les deux plantes.

Paramètres moyens de croissance		Nombre moyen de feuilles (n = 30)	Hauteur moyenne de la tige (cm) (n = 30)	Diamètre moyen de la tige (cm) (n = 30)	Surface foliaire moyenne (cm ²) (n = 30)
<i>Zea mays</i>	Milieu naturel	6,15 ± 0,49a	16,40 ± 3,56a	0,51 ± 0,056a	9,73 ± 9,28a
	Site de Fermencam	7,49 ± 0,56b	33,51 ± 11,20b	0,80 ± 0,085b	8,52 ± 9,98a
<i>Eleusine indica</i>	Milieu naturel	9,53 ± 2,6a	13,34 ± 7,25a	0,29 ± 0,067a	6,92 ± 3,43a
	Site de Fermencam	14,51 ± 3,2b	49,51 ± 9,60b	0,61 ± 0,080b	13,63 ± 4,08b

Les valeurs sont des moyennes ± écart type. Les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p \leq 0,05$).

Tableau 3 : Taux des chlorophylles dans les feuilles de *Zea mays* et *Eleusine indica*.

Chlorophylle		a (mg/l) (n = 5)	b (mg/l) (n = 5)	a+b (mg/l)
<i>Zea mays</i>	Milieu naturel	9,00 ± 1,14a	4,51 ± 0,49a	13,51 ± 1,35a
	Site de Fermencam	6,82 ± 0,66b	3,96 ± 0,40a	10,78 ± 0,98b
<i>Eleusine indica</i>	Milieu naturel	14,28 ± 1,01a	5,70 ± 0,68a	19,96 ± 1,68a
	Site de Fermencam	10,48 ± 1,62b	5,27 ± 0,85a	15,75 ± 2,35b

Les valeurs sont des moyennes ± écart type. Les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p \leq 0,05$).

Tableau 4 : Teneurs en protides, lipides et glucides dans les feuilles de *Zea mays* et *Eleusine indica*. (% de matière sèche).

Substances organiques		Protides (%) (n = 4)	Lipides (%) (n = 4)	Glucides (%) (n = 4)
<i>Zea mays</i>	Milieu naturel	1,75 ± 0,093a	0,58 ± 0,020a	6,63 ± 0,080a
	Site de Fermencam	2,48 ± 0,098 b	0,42 ± 0,033a	1,44 ± 0,040b
<i>Eleusine indica</i>	Milieu naturel	1,64 ± 0,093a	7,17 ± 0,20a	2,66 ± 0,15a
	Site de Fermencam	2,45 ± 0,05b	4,04 ± 0,043b	1,87 ± 0,061b

Les valeurs sont des moyennes ± écart type. Les valeurs affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ($p \leq 0,05$).

DISCUSSION

Les eaux en provenance de la société camerounaise des fermenteries sont acides et présentent une DBO₅ élevée qui pourrait justifier de la richesse du milieu en nitrates (Priso et al., 2010). Ces nitrates seraient à l'origine de l'acidité du milieu qui rend les métaux lourds comme le cadmium (cd²⁺)

mobiles et biodisponibles (Liphadzi et Kirkham, 2004 ; Anoliefo et al., 2008).

La croissance accélérée de *Z. mays* et *E. indica* à Fermencam serait due à l'eutrophisation du marécage de Boadibo qui se traduit par la présence de fortes concentrations de phosphates et nitrates provenant de l'activité industrielle.

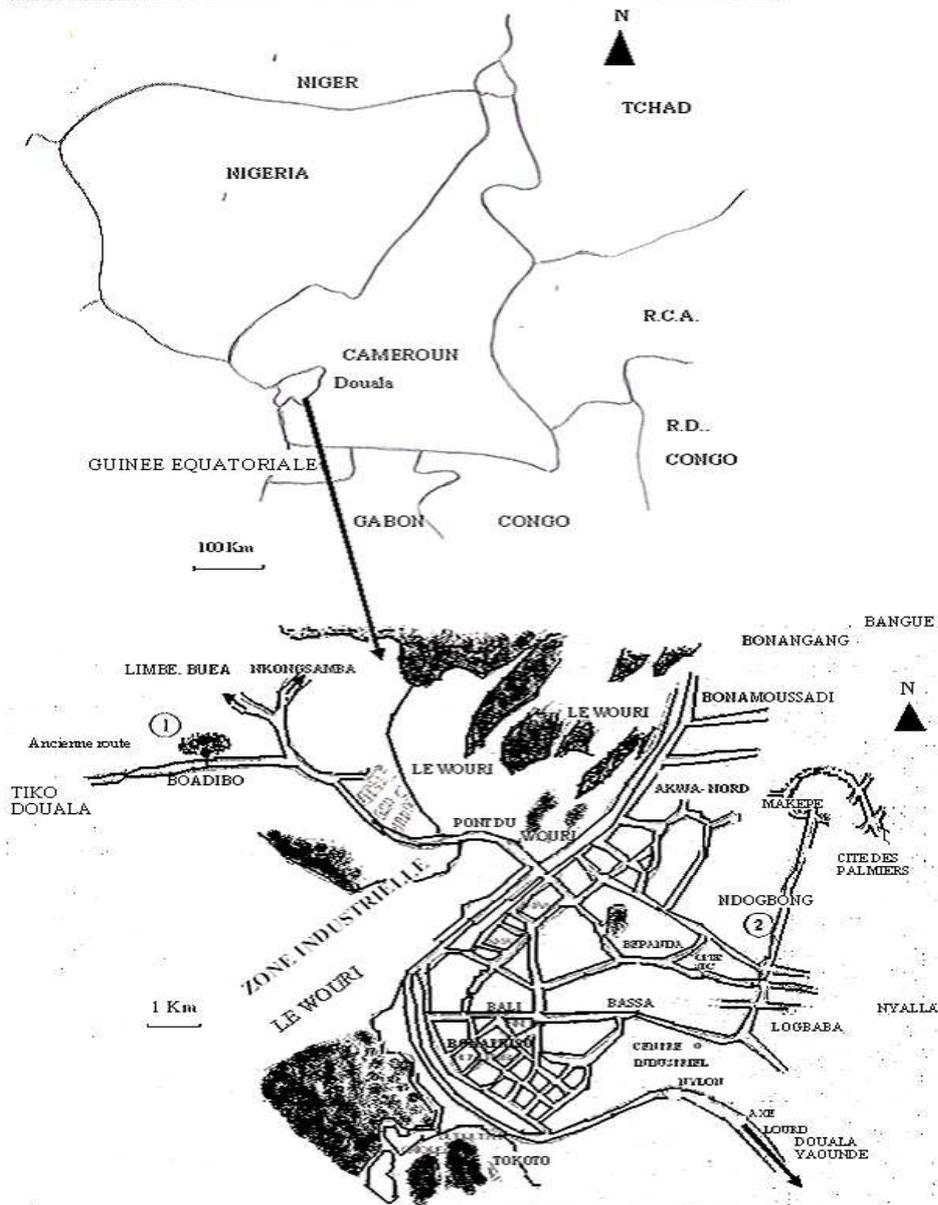


Figure 1 : Localisation des sites à Douala (4°1 N : 9° 43 E) d'après Priso et al. (2000)
1-Boadibo , 2-Ndogbong.

La diminution de la surface foliaire de *Z. mays* à Fermencam peut s'expliquer par le fait que les eaux polluées de cette industrie, suite à une augmentation des températures et des altéragènes, engendrent des chloroses et nécroses sur les feuilles de *Zea mays* en réduisant leur surface foliaire. *E. indica* serait encore résistante à cette température parce qu'elle a été trouvée dans le milieu tandis que

Z. mays est apportée. La diminution des corrélations entre les différents paramètres de croissance serait également liée à la pollution de l'environnement qui perturbe la croissance des plantes.

En effet, les rejets de Fermencam, riches en polluants divers parmi lesquels les métaux lourds auraient inhibé la synthèse des chlorophylles dans les feuilles. De même,

Baker (1978) cit. Ebolle (1999) a montré que les métaux lourds affectent l'accumulation des chlorophylles en influençant les différentes réactions qui conduisent à leur synthèse.

A une concentration élevée, le cadmium est toxique pour les plantes car inhibe leur métabolisme et leur photosynthèse (Masarovicova et al., 2002 ; Bada et Raji, 2010). Ces effets toxiques sont attribués à la présence élevée des nitrates de cadmium et de sulfates de cadmium (composés minéraux très solubles dans l'eau), formes facilement assimilables par les organismes. Si sa toxicité chez les poissons est mal connue, chez l'homme par contre, le Cd^{2+} est surtout toxique par inhalation ou plus rarement par voie digestive. L'ingestion accidentelle de sels de Cd^{2+} est rapidement suivie de troubles digestifs intenses.

La diminution du taux des lipides et glucides dans les feuilles en milieu pollué peut s'expliquer par la baisse de la teneur en chlorophylle indispensable pour la photosynthèse. En réalité, Gray et al., cités par Morand-Fehr et al. (2001), ont montré que ces variations de composition seraient plus liées à l'activité photosynthétique du tissu végétal en particulier, sa teneur en chlorophylle qu'à son âge.

L'augmentation des taux de protides dans les feuilles des plantes en milieu pollué peut s'expliquer par l'enrichissement du milieu en substances azotées. Agendia (1987) a trouvé que les concentrations en azote obtenues dans quatre plantes (*Pistia stratiotes*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Enyadra fluctuans* et *Heteranthera callifolia*) alimentées par les eaux usées domestiques étaient généralement deux fois plus élevées que celles obtenues dans les milieux non pollués.

Conclusion

Les résultats de ce travail permettent de dire qu'il y a un accroissement important de *Z. mays* au niveau de la tige et du diamètre. Seulement, les graines produites par cette plante peuvent contenir les substances polluantes telles que les métaux lourds

contenus dans le milieu (Bada et Raji, 2010). L'homme se trouvant au bout de la chaîne peut par bioaccumulation ou biomagnification, recevoir ces polluants. Cette forme d'agriculture urbaine, qui certes montre une croissance rapide et une certaine robustesse des plantes, peut être un danger pour la santé des populations riveraines ou d'ailleurs qui consommeraient les produits issus de tels champs.

BIBLIOGRAPHIE

- Adjia R, Fezeu WM, Tchatchueng JB, Sorho, S, Echevarria G, Ngassoum MB. 2008. Long term effect of municipal solid waste amendment on soil heavy metal content of sites used for periurban agriculture in Ngaoundéré, Cameroon. *AJEST* 2(12): 412-421.
- Agarwal SK. 2005. *Water Pollution* (1st edn). Aph Publishing Corporation: Dehli.
- Agbor-Egbe T., Rickard JE. 1990. Evaluation of the chemical composition of fresh and stored Edible Aroids. *J. Sci. Food Agric.*, 50: 487-495.
- Agendia PL. 1987. Bioaccumulation of mineral nutrients by some typical tropical aquatic macrophytes : application in the purification of Biyem-Assi domestic sewage. Doctorat Thesis, University of Yaoundé, Yaoundé, 161 p.
- Agendia PL, Fonkou T, Sonwa D, Kengne YM. 1998. The appearance of two duckweed species in sewage effluents in Yaoundé (Cameroon), and their possible use for sewage treatment and feed production. *Bull. Geobot. Inst.*, ETH (64): 63-68.
- A.O.A.C. 1980. *Official Methods of Analysis*. William Howitz édn: Washinton D.C.
- Anoliefo GO, Ikhajagbe B, Okonokhua B, Edegbai B, Obasuyi DC. 2008. Metal tolerant species distribution and richness in and around the metal based industries: Possible candidates for phytoremediation. *AJEST*, 2(11): 360-370.
- Arnon DI. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts : polyphenyl peroxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiol.*, 24: 1-15.

- Bada BS, Raji KA. 2010. Phytoremediation potential of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) grown in different soil textures and cadmium concentrations. *AJEST*, **4**(5): 250-255.
- Brix H, Shierup N. 1989. The use of aquatic macrophytes for water pollution control. *Ambio*, **18**(2): 100-107.
- Din N, Priso RJ, Dibong SD, Amougou A. 2001. Identification des principales causes de dégradation des mangroves dans l'estuaire du Cameroun. *Sci. Technol. Dév.*, **8**(1): 1-7.
- Ebolle MM. 1999. Effet des métaux lourds (Ba^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} , Mn^{2+}) sur l'accumulation des chlorophylles et des caroténoïdes dans les feuilles de *Pistia stratiotes* (Araceae). Mémoire de D.I.P.E.S. II, Université de Yaoundé I, 37p.
- Ekane ND, Oben PM. 2001. Biochemical indicators of marine pollution in Douala lagoon and limbe estuary. In *Environmental Issues: Problems and Prospects*, Lambi CM (ed). Unique Printers: Bamenda ; 119-131.
- El Guamri Y, Belghyti D. 2006. Etude de la qualité chimique des eaux usées toutes de la commune urbaine de Saknia, rejetées dans le lac Fouarat (Kenitra, Maroc). *Journal Africain des Sciences de l'Environnement*, **1**: 53-60.
- Liphadzi MS, Kirkham MB. 2004. Phytoremediation of soil contaminated with heavy metals: a technology for rehabilitation of environment. *South African Journal of Botany*, **71**(1): 24-37.
- Markert BA, Breure AM, Zecmeister HG. 2003. Definitions, Strategies and principles for bioindication / biomonitoring of the environment. In *Bioindicators / Biomonitoring (Principles, Assessment, Concepts)*, Markert BA, Breure AM, Zecmeister HG (eds). Elsevier: Amsterdam; 3-38.
- Masarovicova E, Kral'ovel, Lunac Kova L. 2002. Negative effect of toxic metal on higher plants. In *Macro and Trace Elements, Mengen-und Spurenelemente*, Anke M, Muller R, Schafer U, Stoeppler, M (eds). 21 Workshops, Schubert-verlag: Leipzig; 341-345.
- Morand-Ferhr P, Tran G. 2001. Productions animales. *Revue éditée par l'INRA*, **14** : 285-302.
- Ogbo EM, Zibigha M, Odogu G. 2009. The effect of crude oil on growth of the weed (*Paspalum scrobiculatum* L.) phytoremediation potential of the plant. *AJEST*, **3**(9): 229-233.
- Odum PE. 1996. *Ecology, a Bridge Between Science and Society*. Saunderlands: Massachusetts.
- Priso RJ, Taffouo V, Kenne M, Amougou A, De Sloover RJ. 2000. A propos de l'utilisation de Commelinaceae comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. *Sci. Technol. Dév.*, **7**(1): 4-11.
- Priso RJ, Ndongo D, Njiokou LJ, Dina EN, Essome KG, Amougou A. 2010. *Pistia stratiotes* (Araceae) morphological variation in non-polluted and polluted ecosystems in Douala (Cameroon). In *Systematics and Conservation of African Plants*, van der Burgt X, van der Maesen J, Onana J-M (eds). Royal Botanic Gardens: Kew; 271-278.
- Ramade F, Cosson R, Echaubard M, Le Bras S, Moretau JC, Thyraux DE. 1984. Détection de la pollution des eaux en milieu agricole. *Bull. Ecol.*, **15**(1): 21-37.
- Taffouo VD, Djiotie NL, Kenné M, Din N, Priso RJ, Dibong SD, Amougou A. 2008. Effects of salt stress on physiological and agronomic characteristics of three tropical cucurbit species. *Journal of Applied Biosciences*, **10**: 434-441.