

Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

Tchiaze Ifoué Alice Virginie₁ et Priso Richard Jules*₁

₁ : Département de Biologie des Organismes végétaux, Faculté des Sciences, Université de Douala.

*Auteur de correspondance

Tél. : 00237677815765 ; email : r_priso@yahoo.fr

Original submitted in on 17th February 2016. Published online at www.m.elewa.org on 30th April 2016
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v100i1.4>

RÉSUMÉ

Objectif : Afin de préserver et valoriser des écosystèmes aquatiques de la région du Littoral (Cameroun) menacés par les macrophytes envahissantes, une étude écologique mettant en exergue la distribution de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) dans des écosystèmes aquatiques a été menée.

Méthodologie et résultats : Au cours de cette étude, 36 relevés de 50m² chacun ont été établis dans 09 sites de la région de Douala. L'inventaire floristique élaboré à partir des méthodes phytosociologiques a permis de montrer que 02 espèces (*E. crassipes* et *Panicum maximum*) sont les plus représentatives. Les indices de similitude de Sorensen montrent des valeurs faibles, proches de 0, traduisant ainsi un faible niveau de similitude entre les communautés. Par ailleurs, *E. crassipes* est très riche en eau (environ 90%) et montre une valeur énergétique moyenne de 300kcal/100g de matière sèche. Les teneurs en glucides varient de 28 à 72g/100g, les protéines < 20% et lipides y sont en traces. On note une forte teneur en cendres.

Conclusion et applications : *E. crassipes* est largement distribuée dans les sites de la ville de Douala et montre d'importantes teneurs en glucides. Ces teneurs suggèrent que cette plante peut être utilisée en élevage. Elle peut également servir pour la fabrication du biogaz ou du compost afin d'enrichir les sols en agriculture.

Mots clés : Macrophytes aquatiques, écosystèmes, *Eichhornia crassipes*, répartition, valorisation.

ABSTRACT

Objective: To preserve and enhance the aquatic ecosystems of the Region of Littoral (Cameroon) threatened by invasive macrophytes, an ecological study highlighting the distribution of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in aquatic ecosystems was conducted.

Methodology and results: During this study, 36 plots of 50 m² each were established in 9 sites of the region of Douala town and surroundings by using Braun-Blanquet phytosociological methods. The floristic inventory showed that 2 species (*Eichhornia crassipes* and *Panicum maximum*) were the most represented. Sorensen indexes were near 0 reflecting a low level of similarity between the communities. Thus, *E. crassipes* was rich in water (about 90%) and shows an average energy value of 300kcal / 100g of dry matter. The carbohydrate content varied from 28 to 72g / 100g, protein <20% lipids and there are traces. There was a high ash content.

Conclusion and application: *E. crassipes* was widely distributed in different sites and showed high values of carbohydrates. These values suggested that this plant can be used in breeding purposes. This plant can thus be used for biogas or compost production

Keywords: aquatic macrophyte, ecosystems, *Eichhornia crassipes*, distribution, valorisation.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, de nombreux fleuves du Cameroun tels que le Wouri, le NKam, le Moungo, le Nyong et leurs affluents sont envahis par des plantes invasives notamment la jacinthe d'eau. Ces cours d'eaux sont des compartiments vitaux renfermant de nombreuses ressources naturelles (faune, flore, microorganismes, éléments minéraux). Seulement, dans le contexte de la préservation et de la protection des écosystèmes aquatiques, la présence d'*E. crassipes* apparaît comme un danger à juguler (Karim *et al.*, 2006). La jacinthe d'eau, *E. crassipes* (*Pontederiaceae*) est une plante ambiguë originaire du bassin amazonien (Barret et Forno, 1982). Ce macrophyte aquatique flottant se développe à la surface ou sur la boue des cours d'eau à un rythme élevé et étonnant. A cet égard, le développement urbain inhérent à l'accroissement démographique et à l'industrialisation (extension du port, déversement des substances toxiques) est à l'origine d'un accroissement anarchique et d'une densification des quartiers populaires urbains. Selon la Fao (2006), le taux d'urbanisation d'une ville comme Douala est passé de 37% en 1987 à 55% en 2004 et regroupe près de 90% des entreprises. Certains cours d'eau sont transformés en exutoire et à proximité s'y cultivent *Amaranthus hybridus*, *Arachis hypogaea*, *Ipomoea batatas*, *Zea mays*. Bien souvent, on assiste à une substitution des espèces les moins résistantes par d'autres plus adaptées aux conditions du milieu. *Alternanthera sessilis* (*Altenantère sessile*), *Commelina benghalensis* (*Comméline de benghale*), *Cyrtosperma senegalense* (*Jaquinite ou Taro des marais*), *E. crassipes* (*Jacinthe d'eau*), *Nypa fructicans* (*Nipa buissonnant ou Palmier des mangroves*), *Panicum maximum* (*Herbe de Guinée*) remplacent les espèces caractéristiques des marécages, mangroves et autres cours d'eau de la région littorale, altérant ainsi la physionomie initiale de ces écosystèmes. De même, certains compartiments de ces écosystèmes peuvent ainsi être des facteurs de

déstabilisation, engendrant l'eutrophisation voire le comblement des cours d'eau (Ramade, 1987 ; Chatenet, 2002). C'est le cas notamment de certains macrophytes qui envahissent les eaux et diffusent d'une région à une autre. Cet envahissement des cours d'eau est une donnée actuelle et permanente (Karim *et al.*, 2006). Parmi les herbacées aquatiques, la jacinthe d'eau (*E. crassipes*) provoque une énorme perte d'eau par évapotranspiration, forme des larges tapis denses réduisant la quantité d'oxygène et d'autres éléments minéraux nécessaires à la croissance (Perez *et al.*, 2011) arrivant sous l'eau, altère l'équilibre hydrique des régions entières, entrave les activités halieutiques, lesquelles ont une incidence sur la santé et le niveau de vie des populations. Il est à noter que prolifération des macrophytes comme la pollution appauvrissent les eaux en phytoplancton, réduisant ainsi la production des écosystèmes aquatiques. A cet égard, à la mort d'*E. crassipes*, celle-ci libère non seulement la matière organique, mais aussi les polluants qu'elle a piégés. La conséquence est le déséquilibre et la diminution voire l'extinction de certaines espèces moins tolérantes. La facilité de propagation de la jacinthe dans différentes conditions environnementales et sa mobilité la rendent difficile à maîtriser. Cette difficulté est d'autant plus importante que cette plante est reconnue comme une « peste aquatique ». Elle est devenue l'un des fléaux les plus importants des étendues d'eau douce des tropiques, dans les régions où elle a été introduite. Elle forme rapidement des larges tapis denses et l'envahissement des berges du Wouri ou de ses bras constitue un exemple incontestable où ces tapis réduisent la quantité d'oxygène et de lumière arrivant sous l'eau, ce qui est préjudiciable pour de nombreuses espèces aquatiques. Elle freine le transport fluvial, la pêche et obstrue les prises d'eau des barrages hydroélectriques et les réseaux d'irrigation (Gutiérrez *et al.*, 1994, 1996). Très

compétitive, elle appauvrit les eaux en phytoplancton, réduisant ainsi la production des écosystèmes aquatiques. La jacinthe d'eau épuise la biodiversité et est dangereuse pour la santé humaine. Elle favorise la prolifération des maladies telles que la bilharziose et la malaria. En effet, leurs larves se développent aisément sous ses touffes sur les berges des fleuves et dans les baies (Harley,

1990). Cette étude a pour objectif d'une part d'examiner la répartition des macrophytes aquatiques et particulièrement la distribution d'*E. crassipes* sur les berges du Wouri et ses environs et d'autre part d'évaluer leurs teneurs en macronutriments en vue d'un aménagement et d'une valorisation adéquats.

MÉTHODOLOGIE

Localisation du site de l'étude : Douala, capitale économique du Cameroun, chef lieu de la région du Littoral, est située à 04°03' N et 09°43' E. Le climat est équatorial et présente une longue saison des pluies (Mars – Novembre) et une courte saison sèche (Décembre – Février). Les précipitations sont abondantes et peuvent atteindre 4000mm / an tandis que la température moyenne annuelle oscille autour de 27°C. L'humidité relative reste élevée et dépasse 80% comme dans tout le sud du pays (Priso *et al*, 2010).

Réalisation des relevés : Des relevés floristiques de 50m² chacun ont été réalisés dans 09 sites (Bipélé : relevés 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 et 25, Bois des singes : relevé 13, Kondji : relevés 4 et 5 (Fig. 1) ; Lendy : relevés 14, 15 et 16, Mbanya : relevés 1, 2 et 3 ; Nyalla : relevés 8, 9, 10, 11 et 12, Parcours Vita : relevés 6 et 7, Wouri : relevés 26, 27 et 28 ; Fiko : relevés 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 et 36) soit un total de 36 relevés. Un inventaire floristique basé sur les coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet a été établi avec des indices variant de + à 5. Cette échelle à six indices donne la répartition des individus d'une espèce de la manière suivante :

+ = simple présence, avec recouvrement moyen = 0,5 ;

1 = recouvrement de 1 à 5 %, avec recouvrement moyen = 3 ;

2 = recouvrement de 5 à 25 %, avec recouvrement moyen = 15 ;

3 = recouvrement de 25 à 50 %, avec recouvrement moyen = 37,5 ;

4 = recouvrement de 50 à 75 %, avec recouvrement moyen = 62,5 ;

5 = recouvrement supérieur à 75 %, avec recouvrement moyen = 87,5.

Ces indices d'abondance-dominance permettent de calculer pour chaque espèce son recouvrement moyen (RM) qui est le pourcentage qu'occupe cette espèce dans un milieu donné :

$RM_i = R_i / \text{Nombre total de relevés}$ et l'indice de présence (P_i) correspond au recouvrement moyen de l'espèce i sur le recouvrement total des individus ($P_i = RM_i / \sum RM$).

L'indice de Shannon-Weaver (H') indique la diversité ou la richesse spécifique du milieu, il est donc déterminé par la relation suivante :

$H' = - \sum P_i \times \ln (P_i)$. L'indice de régularité ou "Evenness indice" ou équitabilité de Pielou est :

$R = H' / H_{\max}$.



Fig. 1. *Eichhornia crassipes* dans les eaux du Kondji à Douala - Cameroun

Les données sur la fréquence de chaque espèce ont été calculées de la manière suivante :

Fréquence d'une espèce =
(nombre de relevés où l'espèce est présente/nombre total de relevés) x 100.

De même, le coefficient de Sorensen qui met l'accent sur la présence des espèces dans deux milieux est donné par la relation suivante :

$$C_s = [2a / (2a + b + c)] \text{ avec } 0 < C_s < 1$$

a = nombre d'espèces communes aux 2 milieux A et B ;

b = nombre d'espèces présentes dans le milieu A et absentes dans le milieu B ;

c = nombre d'espèces présentes dans le milieu B et absentes dans le milieu A.

Échantillonnage du matériel végétal : Pour analyser les teneurs en macronutriments et en cendres, un échantillonnage a été réalisé sur les feuilles, tiges et racines de la jacinthe prélevée dans deux catégories de sites. Deux des sites reçoivent de nombreux altéragènes (gasoils, ordures ménagères, déchets issus des fosses septiques, résidus chimiques) et sont fortement pollués (Mbanya et kondji), l'autre catégorie située à la périphérie de la ville (Mungo) est non polluée. Les plantes prélevées ont été lavées plusieurs fois à grande eau, puis il y'a eu séparation des racines, égouttage complet et évaluation de la teneur en eau. Le séchage a été fait à l'étuve à 105°C pendant 72 heures jusqu'à poids constant.

Teneur en eau : La teneur en eau est donnée par la formule suivante :

$$T.E (\%) = \frac{(PF - PS)}{PF} \times 100 \text{ (g/100g MF)}$$

Où P.F= poids frais, P.S= poids sec, M.F= Matière Fraîche.

Teneur en lipides : La teneur en lipides a été déterminée par la méthode de Soxhlet (Taffouo, 2008). Les cartouches pour analyse ont été préalablement séchées à l'étuve (105°C) pendant 24 h. 5 g d'échantillon sec (me) ont été ajoutés à la cartouche pour analyse et l'ensemble scellé a été pesé (P₁), puis séché à l'étuve (105 °C) pendant 1 h 30 minutes et repesé (P₂). Cette cartouche a été introduite dans l'extracteur fixé sur un ballon contenant l'éther de pétrole comme solvant d'extraction. En portant ce ballon à ébullition, l'éther de pétrole s'évapore et après condensation retombe dans l'extracteur et entraîne avec lui, les substances solubles (graisses, huiles volatiles) dans le ballon. Après extraction, les cartouches ont été à nouveau mises à sécher à l'étuve (105 °C) pendant 1h 30 minutes,

refroidies au dessiccateur et pesés (P₃). Les teneurs en lipides ont alors été calculées par la méthode suivante :

$$\text{Lipides (\%ms)} = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - (P_1 - me)} \times 100$$

Teneur en protéines : La teneur en protéines est basée sur la détermination de la teneur en azote par minéralisation, distillation et titration selon la méthode de Kjeldahl (AOAC, 1984). Ce pourcentage en azote est ainsi déterminé de la manière suivante :

$$\% N = \frac{(V_1 - V_0)0,14}{MS} \times 100$$

Où V₁ est le volume de HCl utilisé pour la titration de l'échantillon

V₀ le volume de HCl utilisé pour la titration du blanc réactif

MS la masse sèche de l'échantillon utilisé.

La teneur en protéines a été déduite de celle de la teneur en azote avec 6,25 comme facteur de conversion par la relation : % Protéines = % N x 6,25

Teneur en cendres : Pour la teneur en cendres, la méthode, selon (AOAC, 1984), consiste à introduire dans un creuset 0,5 g d'échantillon et placer au four à moufle (500 °C pendant 6 h). Après incinération et refroidissement dans un dessiccateur, la teneur en cendres a été évaluée par la formule suivante :

$$\% \text{ Cendres} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 MS} \times 100$$

P₁ est la masse du creuset vide P₃ la masse du creuset et la cendre

P₂ la masse de l'échantillon MS la matière sèche

Détermination des glucides totaux : Les glucides totaux sont déterminés par la méthode de différence.

% glucides = MS - (% protéines + % lipides + % cendres).

Détermination de la valeur énergétique approximative : L'énergie métabolique (EM) est exprimée en kcal/100 g de denrée.

$$EM = 4 \text{ glucides} + 4 \text{ protéines} + 9 \text{ lipides}$$

Analyses statistiques : Les données phytosociologiques obtenues sont classées dans un tableau Excel où les différents indices sont calculés, analysés dans le logiciel Spss. La méthode de Ward a été utilisée pour évaluer les similitudes entre relevés. L'analyse des résultats des teneurs en nutriments a été faite dans SIGMA STAT. Ces

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la région du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

résultats sont exprimés sous forme de moyenne \pm écartype. Des comparaisons de moyennes entre différents paramètres ont été élaborées à partir d'une

analyse de variance (Anova) au seuil 5% et du test de Student.

RÉSULTATS

Analyse de la végétation : Un total de 74 espèces végétales appartenant à 62 genres et 36 familles a été recensé. La végétation rencontrée dans les sites étudiés a été plus souvent herbacée avec quelques arbustes et très peu d'arbres. Les relevés établis dans divers sites (Tableau 1) montrent que les plus riches en espèces sont ceux de Bipélé-Ndobo (30), Fiko (27), Nyalla (25) et Mbanya (20). De manière globale dans les sites étudiés, *Eichhornia crassipes* et *Panicum maximum* ont les valeurs de recouvrement moyen les plus élevés allant jusqu'à 62,5 et 37,5 respectivement. Les valeurs obtenues montrent que ces espèces sont bien

représentées dans les relevés et y sont en compétition pour l'occupation de l'espace. L'analyse de la fréquence, a montré que 67 plantes appartiennent à la classe I, 4 à la classe II, 2 à la classe III, 0 à la classe IV et 1 à la classe V (Tableau 2). Les coefficients de similitude entre les différents sites sont compris entre 0,18 (Mbanya – Lendy ; Parcours Vita - Wouri) d'une part et 0,5 (Mbanya – Kondji ; Bois de Singes - Wouri) d'autre part (Tableau 4)

Analyse du dendrogramme : L'analyse du dendrogramme s'est effectuée par la méthode de WARD à partir de la matrice des distances euclidiennes (Fig. 2)

Tableau 1 : Indices de diversité dans différents sites

Sites	Nombre de relevés	Nombre d'espèces	H'	H'max	R
Mbanya	3	20	2,01	2,99	0,68
Kondji	2	8	1,36	2,08	0,65
Parcours Vita	2	14	0,8	2,64	0,3
Nyalla	5	25	0,77	3,22	0,24
Bois des singes	1	4	0,82	1,39	0,59
Lendy	3	13	1,46	2,56	0,6
Wouri	3	8	1,43	2,08	0,69
Bipélé Ndobo	9	30	1,61	3,4	0,47
Fiko	8	27	2,27	3,3	0,69

H' : indice de diversité de Shannon-Weaver ; H'max : diversité maximale ; R : équitabilité de Pielou

Tableau 2 : Classe de fréquence des espèces

Classe de fréquence	Pourcentage	Nombres d'espèces
I	1 - 20%	67
II	21 - 40%	4
III	41 - 60%	2
IV	61 - 80%	0
V	> 80%	1

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

Tableau 3 : Recouvrement moyen et indices de présence des espèces dans divers sites

ESPECES	Mbanya		Kondji		parcours Vita		Nyalla		Bois des Singes		Lendy		Wouri		Bipele		Fiko	
	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi	RM	Pi
<i>Acalypha wilkesiana</i>							3,3	0,045							0,05	0,001		
<i>Acroceras zyzanoides</i>									0,5	0,01	0,166	0,004	0,5	0,008	7,72	0,133	0,187	0,003
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,166	0,002	1,5	0,013	1,5	0,02	0,1	0,001							0,05	0,001		
<i>Alchornea cordifolia</i>	1,166	0,011	1,75	0,016	1,5	0,02	0,3	0,004			0,333	0,008			0,44	0,008	18,25	0,31
<i>Achrosticum persiosa</i>											0,166	0,004						
<i>Alstonia boonei</i>					0,25	0,003									0,05	0,001		
<i>Alternanthera sessilis</i>	1	0,009					0,2	0,002							0,05	0,001		
<i>Amaranthus spinosus</i>							0,8	0,01										
<i>Anthocleista vogelii</i>																	0,125	0,002
<i>Arthropteris monocarpa</i>													12,5	0,215	0,17	0,003		
<i>Asystasia gangetica</i>							0,2	0,002					0,166	0,003	0,05	0,001		
<i>Bambusa sp</i>							0,2	0,002										
<i>Carica papaya</i>	0,166	0,002					0,1	0,001										
<i>Chorchorus olitoli</i>							0,1	0,001										
<i>Chromoleana odorata</i>					0,25	0,003											0,33	0,006
<i>Colocassia sp</i>							0,3	0,004										
<i>Colocassia esculenta</i> Schott	0,166	0,002																
<i>Commelina benghalensis</i>	13,67	0,133	9	0,082			1,4	0,019	3	0,05			20,83	0,359	0,05	0,001	0,062	0,001
<i>Commelina diffusa</i>															4,05	0,07	0,375	0,006
<i>Cucumis sp</i>							0,1	0,001										
<i>Cyathula prostrata</i>															0,05	0,001		
<i>Cymbopogon citratus</i>															0,05	0,001		
<i>Cyperus sp.</i>	1	0,009																
<i>Cyperus difformis</i>	5	0,048																
<i>Cyrtosperma senegalense</i>					1,75	0,023					0,5	0,012					4,63	0,079
<i>Dissotis sp</i>											0,333	0,008					0,187	0,003
<i>Eichhornia crassipes</i>	37,5	0,366	50	0,457	62,5	0,841	62,5	0,856	37,5	0,67	18,16	0,446	13,67	0,235	28,7	0,5	8,25	0,14
<i>Elaeis guineensis</i>	0,166	0,002													0,05	0,001		
<i>Emilia coccinea</i>											0,333	0,008			0,05	0,001		
<i>Eremospatha laurentii</i>																	2,5	0,043
<i>Guibourtia demeusei</i>															0,05	0,001		
<i>Hallea stipulosa</i>																	0,06	0,001
<i>Harungana madagascariensis</i>											0,166	0,004						
<i>Indigofera sp</i>																	2,69	0,045
<i>Ipomoea sp.</i>	6	0,058			0,25	0,003	0,2	0,002							0,11	0,002		

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

<i>Ipomoea batatas</i>	5	0,048								10	0,245	0,166	0,003					
<i>Laportea aestuens</i>														0,11	0,002			
<i>Leersia hexandra</i>																7	0,12	
<i>Ludwigia erecta</i>							0,2	0,004										
<i>Ludwigia hysopifolia</i>														0,05	0,001			
<i>Mangifera indica</i>																0,125	0,002	
<i>Manihot exculenta</i>							0,3	0,004										
<i>Mariscus alternatifolius</i>														0,11	0,002			
<i>Mimosa invisa</i>					0,25	0,003								0,11	0,002	0,125	0,002	
<i>Mimosa pudica</i>					0,5	0,006	0,1	0,001						0,11	0,002			
<i>Musa paradisiaca</i>			0,05	0,004														
<i>Musa sapientum</i>														0,05	0,001			
<i>Myragina stipulosa</i>																0,125	0,002	
<i>Nephrolepis biserrata</i>					1,5	0,02										2,69	0,045	
<i>Pandanus satabiei</i>														12	0,21			
<i>Panicum maximum</i>	14,5	0,141	15	0,137	1,75	0,023	0,4	0,005	15	0,27	2	0,049	10	0,172	0,67	0,012	0,437	0,007
<i>Pennisetum sp.</i>	1	0,01	31,25	0,286	0,25	0,003											0,06	0,001
<i>Phyllanthus amarus</i>	1	0,01					0,1	0,001			1,166	0,028			0,11	0,002	0,06	0,001
<i>Piptadeniastrum africana</i>																	0,125	0,002
<i>Poa annua</i>	1	0,01													0,05	0,001		
<i>Psidium guajava</i>																	0,125	0,002
<i>Pueraria javanica</i>							1	0,013			0,333	0,008			2	0,034	0,5	0,008
<i>Raphia hookeri</i>	1	0,01			1,75	0,023					7	0,172			0,05	0,001	2,75	0,046
<i>Raphia mambilensis</i>																	1,875	0,032
<i>Rhizophora racemosa</i>												0,166	0,002					
<i>Rhynchospora corymbosa</i>							0,1	0,001										
<i>Senna alba</i>							0,1	0,001										
<i>Setaria megaphylla</i>	0,166	0,002	0,25	0,002														
<i>Solanum nigrum</i>							0,1	0,001										
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>																	0,125	0,002
<i>Urena lobata</i>					0,25	0,003	0,7	0,009										
<i>Terminaria catappa</i>																	0,062	0,001
<i>Vernonia amygdalina</i>	0,166	0,002																
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	12,5	0,122																
<i>Zea mays</i>							0,1	0,001										

R = relevé ; RM = recouvrement moyen ; Pi = indice de présence

Tableau 4 : Indices de similitude de Sorensen dans différents sites

SITES	Mbanya	Kondji	Parcours vita	Nyalla	Bois des Singes	Lendy	Bipélé	Wouri	Fiko
Mbanya	-								
Kondji	0,50	-							
Parcours vita	0,41	0,45	-						
Nyalla	0,31	0,30	0,36	-					
Bois des Singes	0,25	0,67	0,33	0,27	-				
Lendy	0,18	0,29	0,37	0,32	0,26	-			
Bipélé	0,47	0,32	0,41	0,44	0,24	0,37	-		
Wouri	0,29	0,38	0,18	0,30	0,5	0,38	0,32	-	
Fiko	0,40	0,29	0,44	0,27	0,19	0,45	0,39	0,22	-

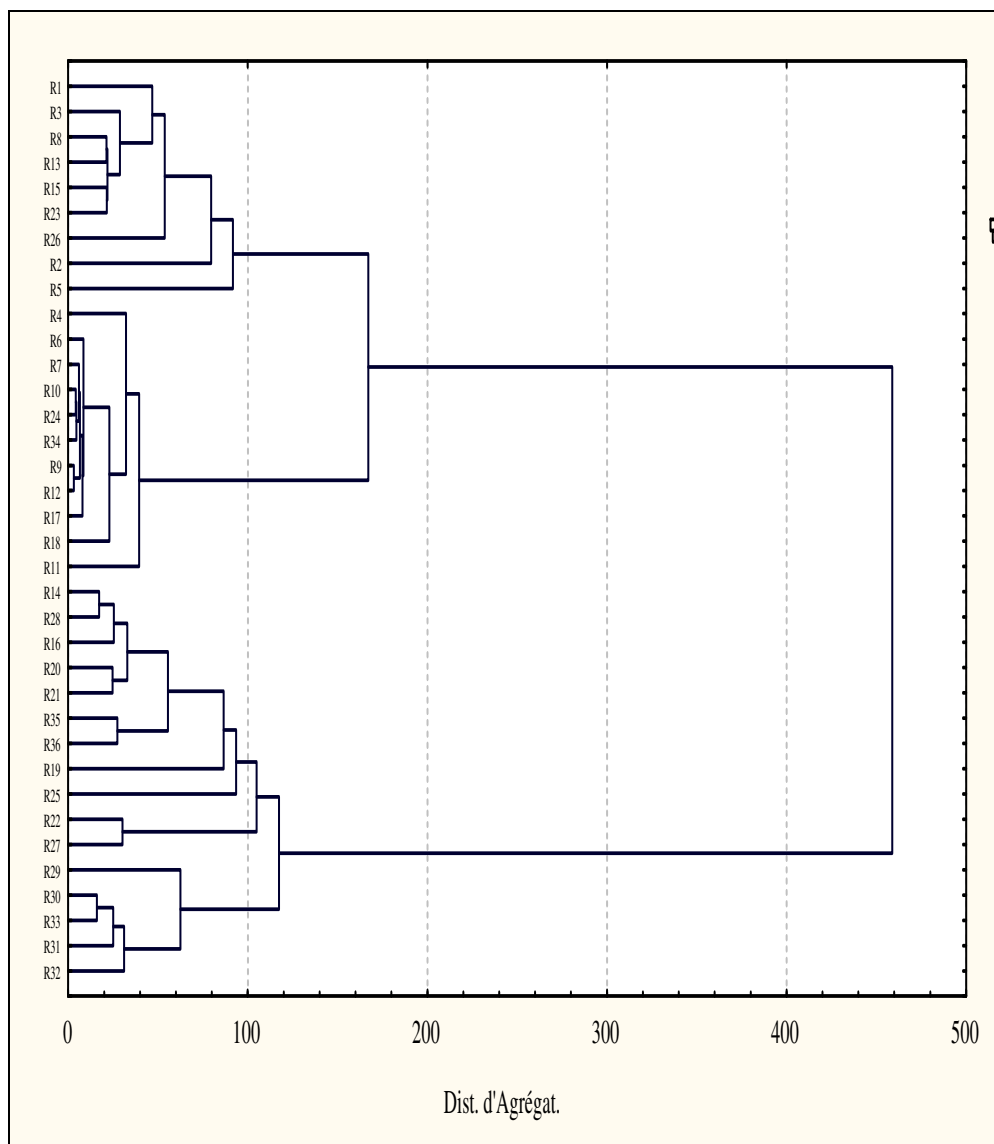


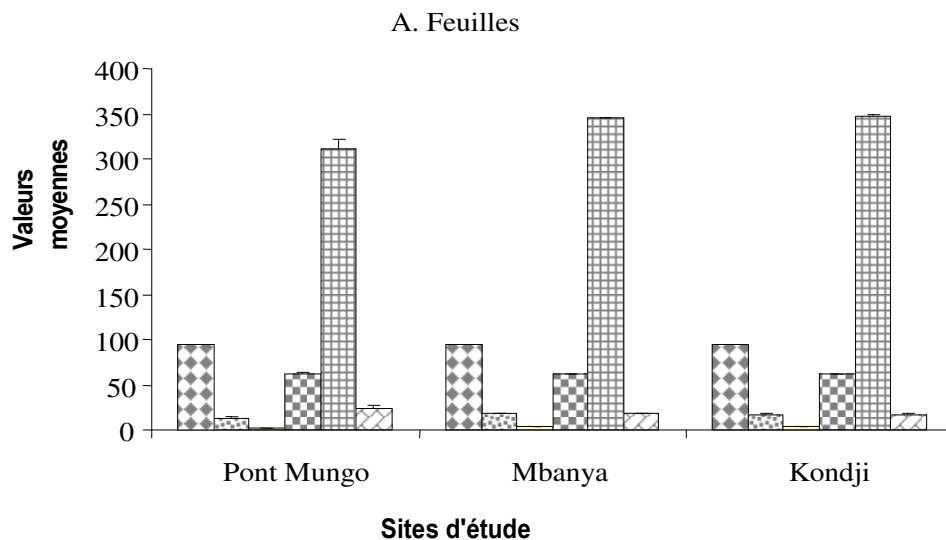
Fig. 2. Dendrogramme représentant différents relevés dans divers sites

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

Sur la base des données de présence/absence et pour une distance d'agrégat comprise entre 0 et 100, l'analyse du dendrogramme montre deux grands groupes (groupe I avec les sous-groupes 1 et 2 ; groupe II avec les sous-groupes 3 et 4) de relevés. Les quatre sous groupes comprennent les relevés suivants respectivement : sous groupe 1 : R1, R3, R8, R13, R15, R23, R26 ; sous groupe 2 : R2, R4, R5, R6, R7, R10, R24, R34, R9, R12, R17, R18, R11 ; sous groupe 3 : R14, R28, R16, R20, R21, R35, R36, R19, R25 ; sous groupe 4 : R22, R27, R29, R30, R33, R31, R32.

Teneurs en nutriments d'*Eichhornia crassipes* : Les échantillons analysés sont très riches en eau (près de 90%). Leur valeur énergétique moyenne est de l'ordre de

300 kcal/100 g de matière sèche. Cependant, ils ne renferment que des traces de lipides et moins de 20 % de protéines. Les teneurs en glucides sont importantes (variant de 28 à 70 g pour 100 g). Les teneurs en cendres qui témoignent de celles des éléments minéraux, au niveau des racines varient du simple (pont sur le Mungo : 24 g/100 g) au double (40 et 59 g/100 g respectivement pour les sites de Mbanya et Kondji) ; alors qu'au niveau des feuilles, elles varient légèrement, soit 17,24g/100g à Kondji, 17,62g/100g à Mbanya et 19,24g/100g au Mungo (Fig.3). Toutes ces valeurs varient significativement d'une part entre les racines et les feuilles ($P < 0,05$), d'autre part entre les différents sites ($P < 0,05$).



B. Racines

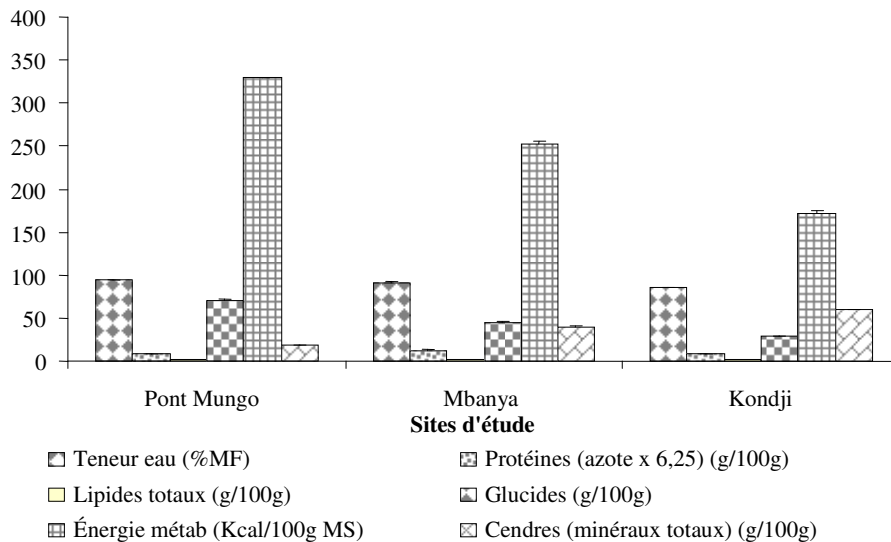


Fig.3. Teneurs en nutriments dans les feuilles et racines d'*Eichhornia crassipes* en milieu pollué et non pollué

DISCUSSION

Diversité spécifique : Les sites sont constitués pour la plupart d'espèces herbacées aquatiques ou semi aquatiques. Les espèces évoluant ensemble dans le même site sont soumises aux mêmes contraintes écologiques et climatiques. Des 74 espèces recensées, *E. crassipes* et *P. maximum* sont présentes dans tous les sites. Elles dominent dans la plupart des relevés où leurs recouvrements moyens sont les plus élevés. Ceci serait dû à leur grande capacité d'adaptation et de propagation, à l'influence des facteurs climatiques, à la dispersion par les courants d'eau et par l'homme (Ranarijaona *et al.*, 2009). D'autres espèces par contre sont inféodées dans un site. Ainsi, 5 espèces ont été recensées à Mbanya (*Cyperus difformis*, *Cyperus sp*, *Ipomoea batatas*, *Vernonia amygdalina*, *Xanthosoma sagittifolium*) ; et 11 espèces à Nyalla (*Amaranthus sp.*, *Asystasia gangetica*, *Bambusa sp.*, *Chorchorus olitoli.*, *Rhynchospora corymbosa.*, *Cumumus sp.*, *Ludwigia sp.*, *Manihot esculenta*, *Senna alata*, *Solanum negrum*, *Zea mays*). Certaines espèces comme *Amaranthus sp*, *Chorchorus olitoli.*, *Zea mays* sont dites occasionnelles car introduites dans ces milieux comme cultures vivrières et maraîchères par les populations riveraines (Adjia *et al.*, 2008). *Raphia hookeri* est préférentiellement marécageux avec un faible indice de présence. La très faible valeur

des indices de Sorensen pour la plupart < 0,5 montre que les fonds floristiques sont distincts dans ces divers points d'eau. Dans divers sites, 4 classes de fréquence sont représentées à l'exception de classe IV (61-80%). Gounot (1969), Diallo *et al.* (2013) signalent que l'histogramme de fréquence permet d'avoir une idée sur l'homogénéité ou l'hétérogénéité floristique du milieu. Aussi, un ensemble de 67 espèces apparaissent comme étant les moins fréquentes avec un pourcentage de 90,54 %. Cette prédominance de la classe I (1 – 20 %) confirme l'hétérogénéité de la végétation étudiée. Les indices de diversité du milieu sont variables et vont de 0,77 (Nyalla) à 2,27 (Fiko). Ces indices de diversité sont nettement plus faibles que ceux signalés par Priso *et al.* (2010) au bois des singes (4,31), Ssegawa et Nkuutu (2006) dans les forêts ougandaises, Kamdem *et al.* (2013) dans les forêts de Bonepoupa-Douala qui trouvent des valeurs de 4,67 et 4,74 respectivement. Elles se rapprochent des valeurs signalées par Ngueguim *et al.* (2010) qui trouvent des valeurs variant entre 1,19 et 2,74 dans les plantations de Mangombe ou de Priso *et al.* (2012) dans des parties du cours d'eau Kondji avec des valeurs de $H' = 3,11$ et $H' = 3,18$ en aval et en amont du Carrefour cité. Ces valeurs calculées à partir du logarithme de base 2 donnent respectivement 2,31 et 2,63 en utilisant le

logarithme népérien. Felfili et Rezende (2003) pensent que la diversité de Shannon- Weaver varie entre 1,3 et 3,5 et peut excéder 4 ou atteindre 4,5 dans les écosystèmes forestiers tropicaux à forte richesse spécifique. De même, l'équitabilité de Pielou varie entre 0,24 (Nyalla) et 0,69 (Fiko, pont sur le Wouri), ce qui suppose que les espèces végétales sont très inégalement réparties dans les sites avec parfois une, deux ou trois espèces ayant le plus grand recouvrement moyen dans le site. De telles valeurs de l'équitabilité de Pielou qui sont toutes < à 70% suggèrent que la végétation est instable (Adjonou *et al.*, 2013) et variable suite aux différentes atteintes qu'elle peut subir.

Teneurs en nutriments d'*Eichhornia crassipes* : Les résultats des teneurs en nutriments varient significativement d'une partie à l'autre. En effet, les racines et les feuilles de la plante ont chacun un rôle bien précis dans la physiologie de la plante : les racines puisent sélectivement les substances minérales du sol (sève brute) qui vont être utilisées au niveau des feuilles par le biais de la synthèse chlorophyllienne en vue de

l'élaboration des substances organiques (lipides, glucides, protéines). C'est la raison pour laquelle les racines sont plus riches en cendres, alors que les feuilles et tiges sont plus riches en substances organiques (Taffouo *et al.*, 2008). Le pourcentage des protéines est plus élevé dans les feuilles de Mbanya (17,91±0,29) et de Kondji (17,22 ±0,33) qui sont des sites recevant de nombreux altéragènes dont certaines augmentent le taux de substances azotées facilement assimilables par les plantes dans ces deux sites (Priso *et al.*, 2010). Il est de 13,27 ± 0,74 au niveau du pont sur le Moungo. Les racines prélevées dans les sites situés en milieu urbain (Mbanya et Kondji) ont montré des valeurs de protéines de 12,7 ± 0,89 et 9,10± 0,01 respectivement. Ces valeurs sont de 8,66±0,51 dans les racines prélevées au niveau du Moungo. Ces racines se démarquent également par leur richesse particulière en cendres (40,07± 0,63 à Mbanya et 59,88± 0,62 au Kondji) par rapport à celles issues de la zone rurale (24,04± 2,03 au pont sur le Moungo), témoignant ainsi de nombreux altéragènes qui y sont déversés.

CONCLUSION

Les listes floristiques ont permis d'élucider les relations spatiales et temporelles qui existent entre les espèces végétales. Ainsi, la répartition d'*E. crassipes* sur les berges du Wouri qui a fait l'objet de cette étude met en évidence quelques caractéristiques des macrophytes envahissantes des cours d'eau de Douala et ses environs. Il ressort des principaux résultats obtenus qu'*E. crassipes* et *P. maximum* sont les deux espèces végétales présentes dans la plupart des relevés (soit 30 relevés pour *E. crassipes* et 21 relevés pour *P. maximum*), avec des taux de recouvrement moyen les plus élevés. Le site Mbanya est un des sites les plus diversifiés. L'analyse des macronutriments dans les feuilles, tiges et racines d'*E. crassipes* montre que cette plante est très riche en eau, et que les valeurs de l'énergie métabolisable et des teneurs en glucides sont importantes. Les teneurs en cendres sont plus importantes dans les racines. Par contre, les lipides y sont présents sous forme de traces ainsi que le taux de protéines inférieur à 20 %. Elle pourrait donc être source de matière première pour l'extraction du biogaz, la fabrication du compost pour

enrichir les sols (Almoustapha *et al.*, 2008), la confection d'objets d'art et l'alimentation animale (Gupta, 1998). L'observation de la vitesse de croissance de la jacinthe d'eau montre qu'il est probable que la quasi-totalité du fleuve Wouri et ses affluents soient envahis dans une décennie si rien n'est fait. Ainsi, pour un aménagement adéquat, le plan suivant est recommandé :

- l'arrachage mécanique de la plante sur les cours d'eau fortement colonisés par *E. crassipes* (Diara & Niono, 2012 ; Maddi, 2014) ;
- le dragage des cours d'eau colonisés en vue d'élargir leur lit à la suite de l'installation des plantes invasives ;
- les défrichements réguliers et la coupe à raz des espèces présentes autour des cours d'eau pour un contrôle permanent ;
- le maintien et le stockage des plantes arrachées de l'eau à plusieurs mètres de la rive non seulement en vue d'empêcher leur retour dans les cours d'eau, mais aussi pour en faire un compost en vue d'enrichir le sol ou leur utilisation comme fourrage pour les animaux (Gérard & Troncoso, 1980).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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.

African Journal of Environmental Science and Technology 2 (12): 412-421.

Adjonou, K., Kokutse A.D., Kokou K. 2013. Dynamique spatiale et diversité floristique de la réserve de

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

- faune de Togodo au sud Est du Togo (Afrique de l'Ouest). *Scripta Botanica Belgica* 50: 63-72.
- Almoustapha O., Millogo-Rasolodimbi J., Kenfack S. 2008. Production de biogaz et de compost à partir de la jacinthe d'eau pour un développement durable en Afrique Sahélienne. *VertigO- la revue électronique en Sciences de l'environnement* 8(1) : 1-13.
- AOAC (1984). Official methods of analysis centennial (1884-1984), 14th ed. Virginia 22209 USA.
- Barret S.C.H. & Forno I.W. 1982. Style morphology distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Bot* 13: 299-306.
- Diallo H., Faye E.H., Kone B., Bindelle J., Lejoly J. Maiga M. 2013. Biodiversité et valeur pastorale des herbacées de la réserve de Fina (Mali). *Scripta botanica Belgica* 50: 111-120.
- Diarra M.L., Niono C.C., 2012 : Lutte Intégrée contre les Plantes Aquatiques Nuisibles. Séminaire Régional de Lutte contre la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* (Mart). Solm. Bamako Mali 23 p.
- FAO. 2006 Rapport de synthèse des résultats du projet TCP/CMR/2908A. Gestion participative et conservation de la diversité des mangroves. Rome.
- Felfili J.M. & Rezende R.P. 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. Brasília : Departamento de Engenharia Florestal Universidade de Brasília-UnB, 68p.
- Gérard C. & Troncoso J. 1980. Utilisation de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) par le lapin de chair. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. Vol 33 : 91-96.
- Gounot M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et cie. Editeurs, Paris. 314 p.
- Gupta B.N. 1998. Utilisation of water hyacinth *Eichhornia crassipes* as a source of nutrients for animals. *A review, the Ind. J. Nutrit. Dietet.* 18: 435-441.
- Gutiérrez L.E., Arreguin F., Huerto R. et Saldaña P. 1994. Aquatic weed control. *Int. J. Water Resour. Dev.* 10: 291-312.
- Gutiérrez L.E., Huerto D.R., Martinez JM. 1996. Water hyacinth problems in Mexico and practiced methods for control. In: Charudattan R., Labrada R., Center T.D. et Kelly-Begazo C. (Eds.), strategies for water hyacinth control. *Report of panel of experts meeting.* 11-14 september, 1995. Fort Lauderdale, Floride, USA. Rome, FAO : 125-135.
- Harley K.L.S. 1990. The role of biological control in the management of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Biocontrol News Inf.* 11: 11-12.
- Kamdem J. P., Priso R.J., Din N. 2013. Diversity, structural parameters and non timber forest products in the forest reserve of Bonepoupa (Douala, Cameroon). *Ciencia Florestal* 24(4):795-803
- Karim D., Rachid L., Damien F., Mohammed B.M., Haissam J. 2006. Problématique de la jacinthe d'eau, *Eichhornia crassipes* dans les régions tropicales et subtropicales du monde, notamment son éradication par la lutte biologique au moyen des phytopathogènes. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* : 299-311.
- Maddi F.A., 2014, Contribution à l'Inventaire de la Flore Dulçaquicole de la Martinique : les « espèces exotiques envahissantes ». Bilan des prospections. Société d'Histoire Naturelle l'Herminier (Nantes- France) DEAL (Martinique) 28p.
- Ngueguim JR, ZapfackL, Youmbi E, Riera B, Onana J, Foahom B, Makombu JG. 2010. Diversité floristique sous canopée en plantation forestière de Mangombe-Edea (Cameroun). *Biotechnology Agronomy Sociology Environment* 14 (1) : 167-176.
- Perez EA, Tellez TR, Guzman JMS 2011. Influence of physico-chemical parameters of the aquatic medium on germination of *Eichhornia crassipes* seeds. *Plant Biology* 13: 643-648
- Priso R.J., Taffouo V.D., Kenne M., Amougou A., De Sloover J.R. 2000. A propos de l'utilisation des *Commelinaceae* comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. *Science, Technologie et Développement* 7(1): 4-11.
- Priso R.J., Dibong S.D, Tchinda MC, Taffouo V.D., Din N., Amougou A. 2010. Impacts des eaux polluées sur la croissance, les teneurs en chlorophylles et substances organiques dans les feuilles de deux Poaceae. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(4) : 1122-1129.
- Priso R.J., Oum G.O, Din N. 2012. Utilisation des macrophytes comme descripteurs de la qualité des eaux de la rivière Kondi dans la ville de Douala (Cameroun- Afrique Centrale) *Journal of Applied Biosciences.* 53: 3797-3811.
- Ramade F. 1987. Proposal of ecotoxicological criteria for the assessment of the impact of pollution on

Tchiaze et Priso. J. Appl. Biosci. 2016 Répartition et valorisation des macrophytes envahissantes dans la region du littoral (Cameroun) : cas d'*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach

- environnemental quality. *Toxicological and Environmental chemistry* 13: 189-203.
- Ranarijoana H. L., Christian C., Gibon F.M. 2009. Les macrophytes des milieux lenticues de Madagascar : Biotypologie, diversité des espèces envahissantes et mesures de conservation. *Tela- Botanica*.1 : 328-349.
- Ssegawa P. & Nkuutu D. 2006. Diversity of vascular plants on Ssesse islands in Lake Victoria, central Uganda. *African Journal of Ecology*. 44 (1): 22-29.
- Taffouo VD, Djotie 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: 434-44.