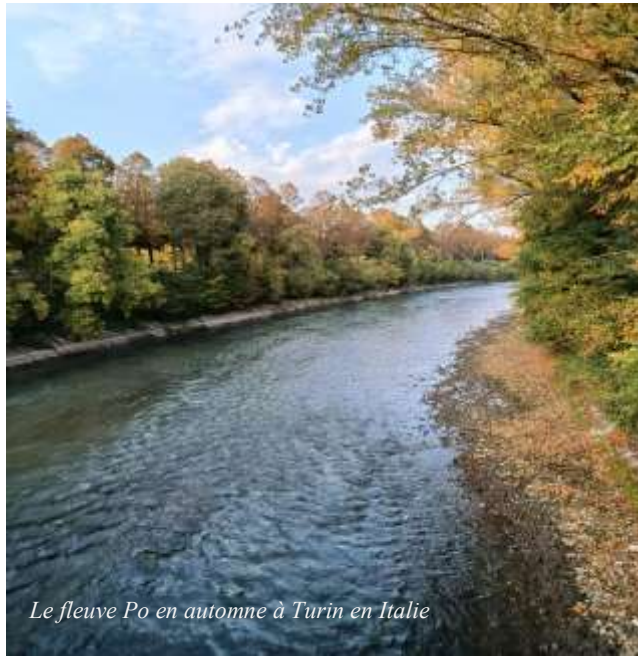


**Université Joseph KI-ZERBO**

-----  
**École Doctorale Lettres, Sciences Humaines et Communication**

-----  
**Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires  
(LERMIT)**  
-----

L Û N G A



*Le fleuve Po en automne à Turin en Italie*

**Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou - L ù n g a**

**Numéro 14 – Octobre 2025**

**Volume 1**

**Numéro ISSN édition numérique : 2424-7375**

# L ù N G A



## **Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou - L ù n g a**

R-G-O est une revue scientifique annuelle. Éditée et diffusée par le Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires (LERMIT), elle est dotée d'un comité scientifique. Les numéros sont publiés soit en version papier, soit en ligne, soit enfin les deux à la fois.

Les opinions émises dans les articles n'engagent que leurs auteurs. La revue n'est pas responsable des manuscrits qui lui sont confiés et se réserve le droit d'y opérer des modifications, pour des raisons éditoriales.

**Université Joseph KI-ZERBO**

-----  
**École doctorale Lettres, Sciences  
Humaines et Communication**  
-----

**Laboratoire d'Études et de  
Recherches sur les Milieux et les  
Territoires (LERMIT)**



Burkina Faso

-----  
Unité - Progrès - Justice

## **Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou (RGO LUNGA)**

**Directeur de publication :** YAMEOGO Lassane

**Rédacteur en chef :** OUEDRAOGO Lucien

**Rédacteur en chef adjoint :** YANOOGO Pawendkissou Isidore

### **Comité scientifique**

- BIKPO Céline, Professeur, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire
- DAMBO Lawali, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niger
- BOUREIMA Amadou, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niger
- TOURE Mamoutou, Professeur, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire
- KASSI Irène épouse DJODJO, Maître de Conférences, Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire
- SY Boubou Aldiouma, Professeur, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Sénégal
- MBOW Cheickh, Professeur, Université Cheick Anta Diop, Sénégal
- TENTE Brice Hugues Agossou, Professeur, Université d'Abomey Calavi, Bénin
- OGOUWALE Euloge, Professeur, Université d'Abomey Calavi, Bénin
- YABI Ibouraima Fidèle, Professeur Université d'Abomey Calavi, Cotonou, Bénin
- GNELE José Edgar, Professeur, Université de Parakou, Bénin
- KOLA Edinam, Professeur, Université de Lomé, Togo
- BOUKPESSI Tchaa, Professeur, Université de Lomé, Togo
- KADOUZA Padabo, Professeur, Université de Kara, Togo
- NDOUTORLENGAR Médard, Maître de Conférences, Université de Sarh, Tchad
- SOUMARE Mamy, Maître de Conférences, Université de Bamako, Mali
- DIPAMA Jean-Marie, Professeur, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou Burkina Faso
- SOME Yelezoumin Corentin, Professeur, Université Norbert ZONGO, Koudougou, Burkina Faso
- NIKIEMA-MEUNIER Aude, Maître de recherche, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso
- YANOOGO P. Isidore, Professeur, Université Norbert ZONGO, Koudougou, Burkina Faso
- KABORE Oumar, Maître de recherche, Centre National de la Recherche

- Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso
- OUEDRAOGO Lucien, Directeur de recherche, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso
- YAMEOGO Lassane, Professeur, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso
- OUEDRAOGO Blaise, Maître de recherche, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso
- DANSERO Egidio, Professeur, Università degli Studi di Torino, Italie
- COURTIN Fabrice, Directeur de recherche, Institut de recherche pour le développement (IRD), France
- MAGRIN Geraud, Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, France
- OREKAN O. A. Vincent, Professeur, Université d'Abomey Calavi, Cotonou, Bénin
- NGUIMALET Rufin Cyriaque, Université de Bangui, Bangui, Centrafrique
- KIBORA Ludovic, Directeur de recherche, Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso
- BAMBARA Evariste, Maître de Conférences à l'Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso
- BASSOLE Clotaire, Maître de Conférences à l'Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso
- KANSAYE Boureima, Juriste, Université des sciences juridiques et politiques de Bamako, Mali

### **Comité de rédaction**

- OUEDRAOGO Lucien, Géographie/SIG et télédétection
- YAMEOGO Lassane, Géographie rurale
- SODORE Abdoul Azise, Géographie / Aménagement
- SANOU Korotimi, Aménagement du territoire
- ROUAMBA Jérémie, Géographie de la santé
- OUEDRAOGO Mahamady, Géographie de la santé /SIG
- KARAMBIRI Sheila Médina, Géographie rurale
- KARAMBIRI Bienvenue Lawankiléa Chantal Noumpoa, Environnement
- OUOBA Pounyala Awa, Géographie physique
- NIKIEMA D. Edwige, Géographie de la santé
- OUEDRAOGO Blaise, Géographie, SIG et télédétection
- KABORE Oumar, Environnement / SIG et télédétection
- SOMA Assonsi, Géographie urbaine
- VALEA Françoise, Environnement
- ZOUNGRANA B. Jean-Bosco, Environnement, SIG et télédétection
- GANSAONRE Raogo Noel, Gestion des ressources Naturelles

## SOMMAIRE

1	<b>MBAYE Ibrahima</b> : Facteurs climatiques et risques d'infections respiratoires aiguës dans le quartier de Belfort, commune de Ziguinchor au Sénégal.....	1
2	<b>SORO Kanigui Lacina, ANDON N'Guessan Simon et YEO Gnènessongui</b> : Gestion des déchets sanitaires solides d'une ville secondaire de la Côte d'Ivoire : cas de la ville de Korhogo .....	17
3	<b>YAMOUSSA Adam et TRAORE Issouf</b> : Optimisation de l'itinéraire de collecte des déchets solides ménagers dans l'arrondissement 9 de Ouagadougou.....	41
4	<b>ZANNOU Sandé</b> : Analyse spatiale de l'accessibilité aux infrastructures sanitaires dans la commune de Klouekanme au sud-ouest du Bénin.....	61
5	<b>DAHANI Dramane</b> : Inégalités socio-spatiales d'accès aux services d'eau potable dans l'arrondissement 6 de Bobo Dioulasso au Burkina Faso.....	79
6	<b>COULIBALY Amadou, DIABAGATE Abou, KOFFI Orphée Souade Déborah</b> : Songon, une commune en expansion à l'épreuve des équipements socio-collectifs dans la banlieue ouest du district autonome d'Abidjan.....	99
7	<b>OUANDE Moumouni</b> : Mutation du système foncier de l'espace hydroaménagé de la commune rurale de Bama à l'ouest du Burkina Faso... ..	123
8	<b>GUEDENON Dèhou Janvier, AHOUANDJINOUE Nathanaël Olawolé Dotu et GIBIGAYE Moussa</b> : <i>Eichornia crassipes</i> et pollution métallique au cadmium (cd) et au plomb (pb) dans le delta de l'Ouémé, au Bénin (Afrique de l'Ouest).....	147
9	<b>BOKO Nouwèwa Patrice Maximilien, MEHINTO DOVONOU Flore, DABA Moussilima, ETENE Cyr Gervais, YABI Ibouraïma, OGOUWALE Euloge, VISSIN Expédit W, HOUSSOU Christophe Sègbè, BŁAŚEJCZYK Krzysztof</b> : Vague de froid au cœur d'un harmattan dans la commune de Natitingou.....	163
10	<b>KOFFI Guy Roger Yoboué</b> : La cacaoculture à l'épreuve du <i>swollen shoot</i> dans la sous-préfecture de Kononfla (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire).....	185
11	<b>ALASSANE Abdourazakou</b> : Facteurs de dégradation du peuplement de <i>borassus</i> dans la préfecture de Tandjouare au Nord-Togo.....	203

# ***EICHORNIA CRASSIPES* ET POLLUTION METALLIQUE AU CADMIUM (Cd) ET AU PLOMB (Pb) DANS LE DELTA DE L'OUEME, AU BENIN (AFRIQUE DE L'OUEST)**

**GUEDENON Dèhou Janvier<sup>1</sup>, AHOUANDJINOU Nathanaël Olawolé Dotu<sup>2</sup> et GIBIGAYE Moussa<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Maître-Assistant, LAGREA, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP), Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi (UAC), Bénin

<sup>2</sup> Doctorant, LAGREA, EDP, UAC, Bénin

<sup>3</sup> Professeur Titulaire, LAGREA, EDP, UAC, Bénin

**Courriel :** [janvierguedenon14@gmail.com](mailto:janvierguedenon14@gmail.com)

## **RESUME**

Les écosystèmes aquatiques font l'objet de forte pollution au Bénin en raison d'une démographie galopante qui induit des activités agricoles avec une utilisation abusive d'intrants chimiques. Certains végétaux flottants du Delta de l'Ouémé en l'occurrence la jacinthe d'eau, un excellent fixateur de métaux lourds et purificateur des cours d'eau contaminés par diverses matières toxiques participe à la préservation de la faune aquatique. Cette étude vise à évaluer la contamination métallique de *Eichornia crassipes* dans le Delta de l'Ouémé au Bénin et les risques toxicologiques éventuels. L'approche méthodologique a consisté en des prélèvements de 48 individus de jacinthe d'eau, effectués et analysés par semestre de 2021 à 2024. Les prélèvements sont analysés par spectrophotométrie d'absorption. Il ressort de cette étude que dans les prélèvements d'*Eichornia crassipes* le plomb (Pb) et le cadmium (Cd) sont présents suivant l'ordre Pb > Cd. Les proportions dépassent les normes retenues par l'OMS et la FAO. Le Facteur de Bioaccumulation calculé est de 19,47 pour le Cd et 5,93 pour le Pb. L'étude conclut que la jacinthe d'eau participe à la dépollution des eaux dans le delta même si elle est une plante réputée néfaste, et elle peut être considérée comme un bio-indicateur relativement fiable pour évaluer le niveau de pollution des eaux fluviales.

**Mots clés :** Delta du fleuve Ouémé, *Eichornia crassipes*, pollution métallique, biaccumulation

## **ABSTRACT**

*Aquatic ecosystems in Benin are heavily polluted due to rapid population growth, which has led to agricultural activities involving the excessive use of chemical inputs. Certain floating plants in the Ouémé Delta, notably water hyacinth, which is an*

*excellent heavy metal fixer and purifier of waterways contaminated by various toxic substances, contribute to the preservation of aquatic fauna. This study aims to assess the metal contamination of Eichornia crassipes in the Ouémé Delta in Benin and the potential toxicological risks. The methodological has consisted of sampling 48 individuals of water hyacinth, carried out and analyzed every six months from 2021 to 2024. The samples are analyzed by absorption spectrophotometry. This study shows that lead (Pb) and cadmium (Cd) are present in Eichhornia crassipes samples in the order Pb > Cd. The proportions exceed the standards set by the WHO and FAO. The calculated bioaccumulation factor is 19.47 for Cd and 5.93 for Pb. The study concludes that water hyacinth contributes to water depollution in the delta, even though it is considered a harmful plant, and can be considered a relatively reliable bioindicator for assessing the level of river water pollution.*

**Keywords:** Ouémé River Delta, *Eichornia crassipes*, metal pollution, bioaccumulation.

## INTRODUCTION

Les deltas et les lagunes présentent des milieux d'importance écologique et économique. Ils sont le siège d'une diversité d'activités humaines, d'aménagement et reçoivent des polluants qui perturbent le fonctionnement naturel des écosystèmes (K. Ouro-Sama *et al.*, 2014, p. 7). D'une part, l'accroissement démographique et l'urbanisation sont des facteurs liés à une plus grande émission d'éléments traces métalliques (A. P. Edoth *et al.*, 2010, p. 95 ; A. S. Hounkpatin, 2010, p. 49). Et d'autre part et plus spécifiquement dans les pays d'Afrique subsaharienne, l'emploi de fertilisants, herbicides et autres intrants agricoles dans l'agriculture constituent des sources des éléments traces métalliques dans l'environnement des embouchures des fleuves (M. B. Elegbede *et al.*, 2020, p. 15913 ; S. O. Goura *et al.*, 2022, p. 420). De nombreux travaux font état de l'accroissement des métaux lourds dans les écosystèmes aquatiques au Bénin et même dans la vallée de l'Ouémé (A. P. Edoth *et al.*, 2010, p. 96). En effet, dans les eaux et les sédiments s'accumulent progressivement les éléments traces métalliques ainsi que dans d'autres compartiments des écosystèmes tels que les espèces halieutiques et les végétaux aquatiques, (N. K. Jeff *et al.*, 2021, p. 188 ; N. Ahouandjinou *et al.*, 2019, p. 48). Si le cas des espèces halieutiques est une source certaine de risque pour les populations humaines, les végétaux aquatiques ne le sont pas moins. En effet, certains végétaux flottants ont la capacité de capter et accumuler des métaux toxiques alors qu'ils font partie du bol alimentaire d'autres éléments de la chaîne alimentaire (A. Baker et R. Brooks, 1989, p. 92 ; Y. C. Jost *et al.*, 2018, p. 10). Mais les données relatives à la contamination des éléments traces

métalliques dans la jacinthe d'eau ou dans d'autres végétaux aquatiques supérieurs en milieu naturel comme dans le delta du fleuve Ouémé sont inexistantes. Les données existantes, concernent les expérimentations dans des retenues artificielles ou des dispositifs pour comprendre la phytoremédiation, (F. Atakpa-Bassabi *et al.*, 2023, p. 578 ; V. Vergara-Flórez *et al.*, 2023, p. 1). C'est pourquoi, la présente étude se propose de comprendre le rôle de *Eichhornia crassipes* dans le processus de pollution par les éléments traces métalliques tels que le plomb (Pb) et le cadmium (Cd). Il s'agit d'une part, de déterminer les concentrations de quelques métaux toxiques tels que le Cd et le Pb dans la plante et, d'autre part, d'évaluer leurs transferts de l'eau à la plante pour en tirer les conclusions conséquentes.

## 1. METHODOLOGIE

### 1.1. Description de l'herbacée

En tant qu'espèce herbacée pérenne évoluant dans des environnements aquatiques, *Eichhornia crassipes* (Photo 1) se caractérise par la formation de touffes flottantes ou de racines ancrées dans les sédiments ou l'eau (J. Burton, 2005, p. 7). Cette plante se compose d'une tige rhizomateuse relativement courte, à partir de laquelle émergent des racines longues et fasciculées, contenant des pigments anthocyaniques. Les feuilles sont soutenues par un pétiole spongieux mesurant entre 10 et 30 cm. Un trait distinctif de cette espèce est son limbe, qui est circulaire ou oblong, lisse et glabre. Les fleurs de *Eichhornia crassipes* présentent 6 tépales fusionnés à la base, arborant une nuance allant du bleu clair au bleu mauve, se distinguant par un pétale supérieur orné de taches violettes et d'un cœur jaune. Le fruit est une capsule membraneuse, trilobulaire et déhiscente, renfermant un grand nombre de graines. Les colonies de *Eichhornia crassipes* se retrouvent notamment dans la lagune de Porto-Novo, le lac Nokoué et le fleuve Ouémé. Cette plante, originaire d'Amérique du Sud, a été vraisemblablement introduite en Afrique de l'Ouest et au Bénin à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle à des fins ornementales, (De Groote *et al.*, 2002 ; p. 105-106). Cependant, elle contribue à une forte eutrophisation des milieux où elle prolifère, entraînant une anoxie qui menace les ressources halieutiques, essentielles pour plus de 150 espèces d'oiseaux et une fraction significative de l'économie locale dans la région du delta de l'Ouémé, (O. Ajuonu *et al.*, 2003, p. 2590). En raison de ses impacts délétères, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) a classé la jacinthe d'eau parmi les cent espèces exotiques envahissantes les plus nuisibles, (De Groote *et al.*, 2002 ; pp. 105-106).

**Photo 1.** Jeune colonie de *Eichornia crassipes* sur la lagune de Porto-Novo



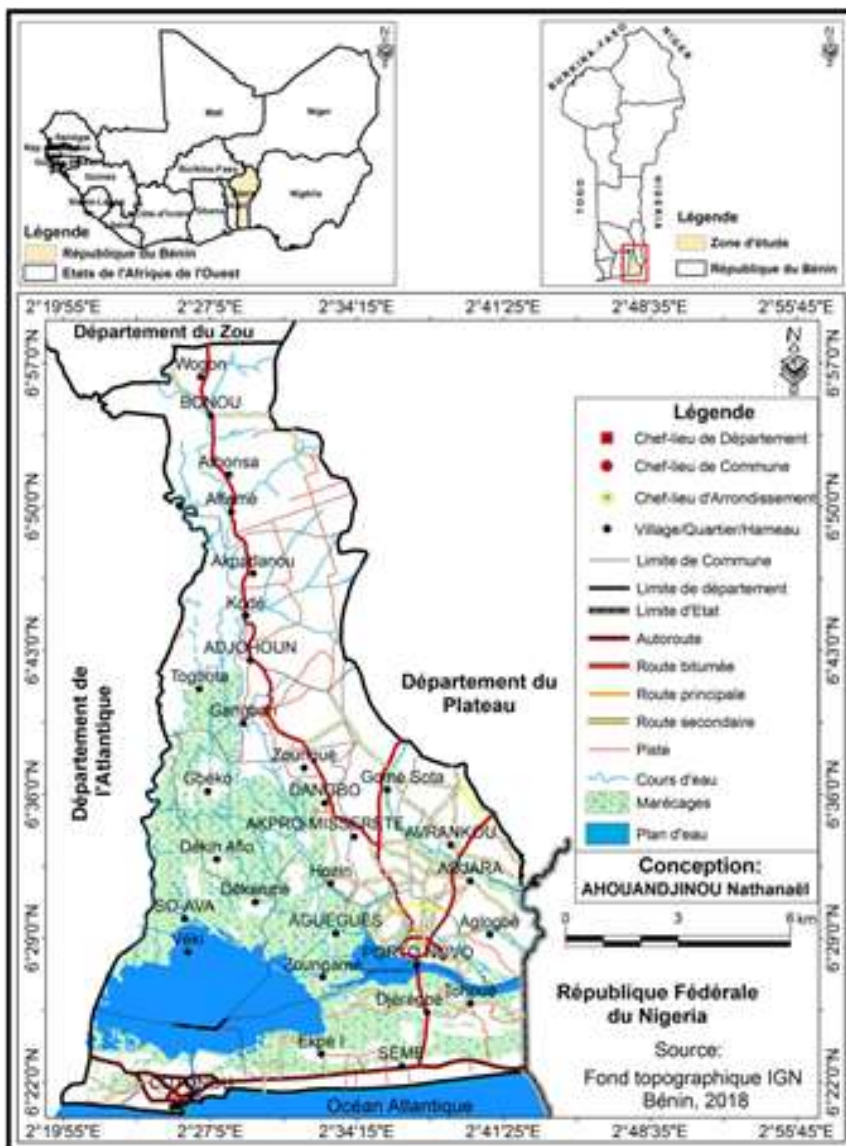
**Prise de vue :** Ahouandjinou Nathanaël, octobre 2023

Cette herbacée se développe et se reproduit rapidement chaque année, particulièrement entre septembre et novembre, durant la période des hautes eaux, envahissant les cours d'eau et les étendues d'eau à mesure que la salinité dans le delta de l'Ouémé diminue (Photo 1). Plusieurs formes de luttes ont été engagées contre la colonisation de l'espèce dont la lutte biologique, (J. Wilson *et al.*, 2007, p. 90).

### **1.2. La zone d'étude**

La zone de prélèvement est localisée au sein d'un vaste écosystème humide de plus de 652,7606 hectares, qui est reconnu et préservé par la Convention de Ramsar depuis l'année 2000. Ce site s'étend entre les coordonnées géographiques 6°45 N et 2°24 E, englobant la basse vallée de l'Ouémé, la lagune de Porto-Novo, ainsi qu'une portion du lac Nokoué (Figure 1). Pour cette étude, 48 spécimens de *Eichornia crassipes* ont été collectés à partir de quatre stations de prélèvement.

**Figure 1** : Situation géographique de la zone d'étude



Le choix de ces stations repose sur des critères écologiques spécifiques et leur proximité avec les zones d'activités humaines. Les stations de prélèvement incluent Djassin (situé près du marché et de l'embarcadère), le Ponton (un lieu stratégique de transit de marchandises sur la lagune), ainsi que celles d'Avagbodji et Sô-Ava (proches d'un marché).

### **1.2.1. Échantillonnage**

Les échantillons ont été collectés semestriellement, de juin 2021 à juin 2024, puis soumis à un conditionnement et à une analyse selon la méthode de Spectrophotométrie d'Absorption Atomique. Les échantillons obtenus ont été séchés et ensuite acidifiés avec de l'acide nitrique. Les niveaux de métaux lourds ont été mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique modèle AAS THERMO ORION SOLAAR S2 et les résultats ont été exprimés en mg/kg de poids sec pour chaque échantillon de jacinthe d'eau.

### **1.2.2. Analyse en composantes principales**

L'analyse en composantes principales (ACP) dans cette étude a pour objectif de substituer un ensemble de variables par de nouvelles variables ayant une variance non corrélée entre elles, constituées de combinaisons linéaires des variables d'origine (M. Rouaud, 2017, p. 156). L'ACP est utilisée pour évaluer le degré de similarité entre les variables telles que le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et la longueur des individus d'*Eichornia crassipes*. La covariance est ici employée comme critère de similarité. Les valeurs des résultats fluctuent entre 0 (absence de corrélation) et 1 (corrélation forte). Une valeur proche de 1 indique que le point est adéquatement représenté sur l'axe. En revanche, les points situés près de l'origine sont souvent mal représentés par le plan factoriel, rendant leur interprétation peu fiable. L'objectif est d'identifier les éléments qui forment un ensemble et de fournir une explication claire de la situation par l'analyse. Cela permet d'obtenir un aperçu d'une situation statistique en la décomposant en ses éléments fondamentaux.

### **1.2.3. Facteur de Bioconcentration**

Pour approfondir la compréhension des interactions entre l'environnement et la jacinthe d'eau, le Facteur de Bioconcentration (FBC) (Casas, 2005, p. 131) a également été calculé.

$$FBC = C_j / C_e ;$$

Avec :  $C_j$  : Concentration du métal toxique dans la plante et  $C_e$  : Concentration du métal toxique dans l'eau.

Il mesure l'apport de métal toxique étudié du seul milieu ambiant à la plante.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Teneurs métalliques

Les valeurs statistiques des teneurs sont présentées au tableau 1. Les valeurs de longueur sont entre 16 et 69 cm. Les valeurs statistiques de la concentration en Cd varient entre 0,04 et 5,11 ppm avec une moyenne de 1,78 ppm.

**Tableau 1** : Statistiques des teneurs en plomb, cadmium et longueur de jacinthe d'eau

Variable	Observations	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Cd	48	1,78	1,64	0,04	5,11
Pb	48	37,07	19,02	9,38	78,16
Longueur	48	38,04	16,58	16	69

**Source** : Résultats statistiques des analyses de laboratoire

Les concentrations de plomb observées sont plus importantes, variant de 9,38 à 78,16 ppm. La longueur constitue une des variables permettant d'évaluer l'âge de la plante (Tableau 1). Les spécimens collectés comprennent des individus jeunes mesurant entre 16 et 30 cm, ainsi que des individus plus âgés dépassant 30 cm.

#### 3.2. Analyse en composantes principales

Les données utilisées pour l'analyse en composantes principales sont structurées sous la forme d'une matrice à quatre colonnes (Station, Cd, Pb et Longueur).

**Tableau 2** : Les facteurs de l'analyse en composantes principales

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	2,38743	1,87661	0,7958	0,7958
Comp2	0,510815	0,40906	0,1703	0,9661
Comp3	0,101755	0,0	0,0339	1,0000

**Source** : Résultats statistiques des analyses de laboratoire

La valeur propre (2,38) présentée dans le tableau 2 indique qu'une inertie de 79,58 % est retenue. Cela implique que cette analyse compte pour 79,58 % de l'information totale. Le premier facteur s'avère suffisant pour clarifier les relations entre les différentes variables. Les variables qui contribuent principalement au premier facteur sont le plomb et la longueur. Le tableau 3 illustre les interrelations parmi les variables Cd, Pb et Longueur. Les coefficients de corrélation révèlent une forte association pour les relations les plus significatives, à savoir Cd - Longueur (0,59) et Pb - Longueur (0,89). En

d'autres termes, l'accumulation de cadmium ou de plomb dans la jacinthe d'eau augmente avec l'âge de la plante.

**Tableau 3 :** Valeurs des corrélations

	Cd	Pb	Longueur
Cd	1		
Pb	0.57	1	
Longueur	0.59	0.89*	1

\* Corrélation significative

**Source :** Résultats statistiques des analyses de laboratoire

Les teneurs dans le végétal aquatique *Eichornia crassipes* suivent l'ordre observé Pb > Cd dans l'eau (Tableau 4). L'ordre ainsi conservé confirme que le plomb tout comme le cadmium est largement concentré dans la jacinthe d'eau.

### 3.3. Variation spatiale des teneurs de cadmium et plomb

Un seul individu sur 48 présente une concentration en plomb conforme aux normes européennes, représentant 2,08 % des échantillons analysés. Cette observation provient de la station de Ponton. En ce qui concerne le cadmium, 23 individus affichent une concentration inférieure à 1 mg/kg (se conformant ainsi aux normes européennes), ce qui équivaut à 47,91 % des prélèvements. Les spécimens de *Eichornia crassipes* collectés aux stations de Djassin, Avagbodji et Sô-Ava montrent une accumulation plus élevée de ces deux métaux, ce qui peut être attribué à la disponibilité de ces métaux à ces emplacements, en raison principalement des décharges issues de la proximité des marchés voisins des plans d'eau. Le tableau 4 présente une comparaison des teneurs moyennes en plomb et cadmium.

**Tableau 4 :** Comparaison des teneurs moyennes en plomb et cadmium dans la jacinthe d'eau

ETM	Djassin	Avagbodji	Sô-Ava	Ponton	OMS/FAO (1995)	CSHPF <sup>a</sup>	CE <sup>b</sup>
Cd	2,55 ± 1,62	1,95 ± 1,24	2,35 ± 1,3	0,26 ± 0,21	0,05	0,2	0,2
Cd (dans l'eau)	0,117	0,09	0,09	0,08			
Pb	48,18 ± 13,25	31,89 ± 11,62	49,94 ± 12,86	18,26 ± 4,44	0,10	0,5	0,3
Pb (dans l'eau)	11,52	4,91	9,60	4,86			

<sup>a</sup>Normes du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), 1996 pour Cd et Pb dans les légumes feuilles

<sup>b</sup>Normes de la Commission Européenne (CE), 1996 pour Cd et Pb dans les légumes feuilles.

**Source :** Résultats statistiques des analyses de laboratoire

### 3.4. Bioaccumulation

Les spécimens de *Eichhornia crassipes* récupérés et analysés mettent en évidence la tendance de cette plante aquatique à accumuler principalement du plomb, mais également du cadmium. Cette tendance est quantifiée par le calcul du Facteur de bioconcentration (FBC) détaillé dans le tableau 5.

**Tableau 5** : FBC du cadmium et du plomb dans la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*)

<b>Cd</b>		<b>Pb</b>	
Teneur moyenne en cadmium dans l' <i>Eichhornia crassipes</i>	1,78	Teneur moyenne en plomb dans l' <i>Eichhornia crassipes</i>	12,27
Teneur moyenne en cadmium dans les eaux	0,091	Teneur moyenne en plomb dans les eaux	6,25
FBC	19,47	FBC	5,93

**Source** : Résultats statistiques des analyses de laboratoire

Le coefficient de bioconcentration du cadmium dépasse celui du plomb, affichant des valeurs respectives de 19,47 et 5,93. Lorsque la disponibilité de Cd et Pb est équivalente dans l'environnement aquatique, la jacinthe d'eau présente une plus grande capacité d'accumulation du cadmium par rapport au plomb dans le delta de l'Ouémé. En d'autres termes, la jacinthe d'eau peut effectivement accumuler au moins trois fois plus de cadmium que de plomb dans les eaux douces de l'Ouémé.

### 3.5. Comparaison à d'autres végétaux herbacés

*Eichhornia crassipes* fait partie des plantes aquatiques qui possèdent plus de capacité d'accumulation de métaux lourds comme (Tableau 6).

**Tableau 6** : Quelques plantes aquatiques accumulatrices de métaux lourds dans le delta de l'Ouémé

Noms scientifiques	Noms communs	Métaux accumulés	Origines	Références
<i>Pistia stratiotes</i>	Laitue d'eau	Cd, Cu, Pb, Zn	Plante originaire du sud des Etats-Unis	S. C. McCutcheon <i>et al.</i> , 2003
<i>Lemna minor</i>	Petite lentille d'eau	Cr, Cu, Hg Ni	Plante originaire de l'Amérique du Nord ; largement répandue sur les cours d'eau au Bénin	S. C. McCutcheon <i>et al.</i> , 2003 Y.C. Jost-Tse <i>et al.</i> , 2018
<i>Eichornia crassipes</i>	Jacinthe d'eau	Cd, Pb	Plante originaire de l'Amérique du Sud ;	S. C. McCutcheon, <i>et al.</i> , 2003 Y.C. Jost-Tse <i>et al.</i> , 2018

Source : Synthèse de la recherche documentaire

## 4. DISCUSSION

La jacinthe d'eau joue un rôle crucial dans les écosystèmes aquatiques en contribuant significativement à la qualité environnementale. En effet, cette plante herbacée est capable de se fixer aux éléments traces métalliques (ETM) dans les systèmes aquatiques, agissant par conséquent comme un agent purificateur. *Eichhornia crassipes* est couramment valorisée pour sa capacité à traiter les eaux usées et les eaux vannes, étant donné son aptitude notable à retenir jusqu'à 14 métaux lourds, (P. Ntakiyiruta *et al.*, 2020, p. 2469; F. Atakpa-Bassabi *et al.*, 2023, p. 581-584). Sa valorisation s'étend à plusieurs applications, notamment l'épuration de l'eau, (B. Capo Chichi, 2020, p. 35). Elles sont donc considérées comme des plantes envahissantes hyper-accumulatrices de métaux toxiques. A cet effet, on peut conclure que l'utilisation de la jacinthe d'eau est la meilleure méthode pour la dépollution des métaux lourds et toxiques dans les eaux usées urbaines. Ce résultat corrobore les conclusions de plusieurs chercheurs concernant le rôle de certaines espèces végétales en tant que bioaccumulateurs de métaux lourds à

des concentrations de plusieurs mg/L, (F. Atakpa-Bassabi *et al.*, 2023, p. 578 ; Y. C. Jost-Tse *et al.*, 2018, p. 12). Allant dans ce même sens, T. L. Randrianantoandro (2022, p. 5111), affirme que les métaux solubles présents dans l'eau sont à priori soumis à deux processus : adsorption et bioaccumulation. Les sédiments du marais retiennent efficacement des métaux (Fe, Mn, Pb, Cd, Zn et Cu) tandis que les jacinthes d'eau absorbent des quantités importantes des métaux. Ce processus de phyto remédiation est complètement écologique et peu coûteux.

De plus, cette étude souligne également l'importance des végétaux aquatiques dans la récupération des métaux toxiques traces, incluant des espèces telles que la lentille d'eau (*Lemna minor*) et *Pistia stratiotes*, qui, bien que présents, sont moins communs dans les milieux fluvio-lagunaires et lacustres comme le prouve E. Muszynska, E. Hanus-Fajerska (2015, p. 266). Il est à noter que *Eichhornia crassipes* et *Lemna minor* se distinguent en tant qu'hyperaccumulateurs efficaces de plomb, tandis que le *Pistia stratiotes* s'ajoute à ce groupe pour l'accumulation de cadmium (Tableau 6). Le rôle de la plante est donc d'un apport important pour le milieu. En effet, l'herbacée fixe les éléments traces métalliques dans le milieu aquatique et joue un rôle épurateur. *Eichhornia crassipes* est une plante employée pour épurer les eaux vannes et autres eaux usées car il dispose d'une forte propension à retenir plusieurs substances chimiques et, ce dans le cas des filtres de végétaux qui servent à épurer les eaux, (R. Lombard-Latune, 2019, p. 107). On peut donc la valoriser à diverses fins (B. Capo Chichi, 2020, p. 36).

## CONCLUSION

L'analyse de la pollution liée à *Eichhornia crassipes* révèle que cette plante aquatique a la capacité d'absorber des métaux lourds, notamment le cadmium et le plomb. Elle démontre une affinité pour le cadmium, retenant jusqu'à trois fois plus de ce métal par rapport au plomb, avec une capacité de bioaccumulation (FBC) de 19,47 pour le cadmium contre 5,93 pour le plomb. En conséquence, *Eichhornia crassipes* pourrait être utilisée non seulement pour l'assimilation de ces contaminants, mais aussi comme indicateur écologique efficace. Elle représente une espèce modèle pour l'évaluation des concentrations de plomb et de cadmium dans l'environnement, permettant ainsi de suivre de manière économique et naturelle les niveaux de pollution par les éléments traces métalliques (ETM) et d'autres substances polluantes, en s'appuyant sur un protocole adapté. En outre, cette plante contribue à diminuer les concentrations de plomb et de cadmium dans l'eau, renforçant son intérêt dans le domaine de la phytoremédiation. Sa présence est donc bénéfique pour capter les contaminants tels que les métaux lourds et pour agir en tant que bio-

indicateur dans la surveillance de certains polluants. Toutefois, il convient de noter que sa prolifération peut engendrer des problèmes écologiques en termes de gestion et de conservation de l'équilibre environnemental.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AHOUANDJINOU Nathanaël, HONVO Aser Zinsou, AHOHOUNDO Parfait Cossi et TOHOZIN Comlan Aimé, 2019. Contamination des eaux et de la bioaccumulation du plomb et du cadmium chez le *Sarotherodon melanotheron* et le *Chrysichthys nigrodigitatus* dans le delta de l'Ouémé. *Revue de géographie du Laboratoire Leidi*, n°15, Université Gaston Berger de Saint Louis. p. 45-50.

AHOUDI Housséni, GNANDI Kissao, TANOUAYI Gnon, OURO SAMA Kamilou, 2015. "Caractérisation Physico-chimique et état de pollution par les éléments traces métalliques des eaux souterraines de Lomé (Sud Togo) : cas du quartier Agoe Zongo". *Larhyss Journal*, 24: 41-56.

AJUONU Obinna, SCHADE Vechta, VELTMAN Kamp, NEUENSCHANDER Peter, 2003. Impact of the weevils *Neochetina eichorniae* and *N. bruchi* (Coleoptera : Curculionidae) on water hyacinth, *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae), in Benin, West Africa, *African Entomology*, vol 11, n°2. <https://hdl.handle.net/10520/EJC32566>

ATAKPA-BASSABI Fousséni., KANDA Madjouma., BADIJARE Bilouktime, ATATO Abalo., Batawila Komlan., AKPAGANA Koffi, 2023. Potentialités phytoremédiatrices de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) dans la purification des eaux usées au Togo. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. Agron. Vét.* 11(4) (Décembre 2023) 577-585. p-ISSN ; 2028-991X. [www.agrimaroc.org](http://www.agrimaroc.org).  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10499072>

BAKER Alan, BROOKS Roberts, 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements. A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*1: 81-126.

BURTON Jeff (2005). "Water hyacinth *Eichhornia crassipes*." *Agfact*, P7.6.43, third edition. NSW DPI.

CAPO CHICHI Bernard, 2020. "Tôgblé"ou quand la jacinthe d'eau dicte sa loi. Le cas de la lagune de Porto-Novo, capitale du Bénin, In *aqueduc.info*, Lettre du Bénin 44.

CASAS Stello, 2005. *Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, mytilus galloprovincialis en milieu méditerranéen*. Thèse de Doctorat, Université du sud Toulon, Var, France, 301 p. et annexes.

Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, CSHPF, 1996. *Plomb, cadmium et mercure dans l'alimentation ; évaluation et gestion du risque*. Editions Lavoisier, Tec et doc. Paris, 236p.

De GROOTE Henri, AJUONU Obinna, ATTIGNON Serge, DJESSOU Robert, NEUENSCHWANDER Peter, 2002. Economic impact of biological control of water hyacinth in Southern Benin. *Elsevier, Ecological Economics* N°45, 2003, pp. 105-117.

EDORH Aléodjro Patrick, AGONKPAHOUN Eusèbe, GNANDI Kissao, GUEDENON Patient, KOUMOLOU Luc, AMOUSSOU Casimir, BOKO Michel, GBEASSOR Messanvi, RHIN Bertrand, CREPPY Edmond, 2010. Etude comparative de la bioaccumulation des métaux lourds dans les sédiments du lac Nokoué et de la rivière Okpara, *Rev. CAMES- Série A*, 10 : 95-100.

ELEGBEDE Manou Bernadin, LABITE Hervé, SOHOUNNON Marc, DEGUENON A. Yvette, EDORH A. Patrick, 2020. Evaluation de bioaccumulation des métaux toxiques (Pb, Cu, Mn) dans les espèces de crabes *Callinectes amnicola* et *Cardisoma armatum* consommés avec les légumes *d'Abelmoschus esculentus* dans la basse vallée de l'Ouémé (Benin, Afrique de l'ouest). *Journal of Applied Biosciences* 154 : 15913 – 15925. ISSN 1997-5902

GOURA Orou Souradjou, GOUISSI Fadéby Modeste, AKODOGBO Hotekpo Hervé, FASSINOU Nonvignon Martial, YESSOUFOU Wakili Bolatito, BIAOU Tayéwo Sylvain, 2022. Niveau de contaminants agricoles des eaux de pêcheries des crevettes de l'Ouémé inférieur : cas des stations de Aguigadji, Ahlan et Sele dans les communes de Kètou, Zagnanado et Sagon. *International Journal of Progressive Science and Technology* Vol 41, No 2 (2023). <http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v41.2.5727>.

HOUNKPATIN Armelle Sabine (2010). *Pollution des écosystèmes aquatiques par les métaux toxiques (Pb et Cd) : cas de la cité lacustre de Ganvié*. Mémoire de DESS. CIFRED, Université d'Abomey-Calavi. 71 p. et annexes.

JEFF Nakweti Kukatula., LUSASI, SWANA Willy et MAKIADI John Tembeni, 2021. Évaluation des teneurs en éléments traces métalliques

(Cadmium et Plomb) dans l'eau, les sédiments et deux espèces de poissons Clarias gariepinus (Burchell, 1822) et Oreochromis niloticus (Linné, 1758) dans le Pool Malebo (Fleuve Congo), RD Congo. *European Scientific J.*, 17: 174-192.

JOST-TSE Yan Chim et JOST Jean-Pierre, 2018. *Les Plantes hyperaccumulatrices de métaux lourds. Une solution à la pollution des sols et de l'eau ?* Éditions Connaissances et Savoirs, 2018. 164p.

LOMBARD-LATUNE Rémi, 2019. *Innover pour les services d'assainissement en zone tropicale : approche technique par filtres plantés de végétaux et accompagnement par modélisation participative.* Thèse de Doctorat en Génie des procédés appliqué à la gestion de l'environnement. Université de Lyon, 160p.

MCCUTCHEON Steven and SCHNOOR Jerald, 2003. *Phytoremediation: transformation and control of contaminants.* Hoboken, New Jersey, John Wiley and Sons. 987p.

MUSZYNSKA Ewa et HANUS-FAJERSKA Ewa; 2015. Why are heavy metal hyperaccumulating plants so amazing? *Bio Technologia. Journal of Biotechnology, Computational biology and bionanotechnology*, vol 96 (4), 265-271.

NTAKIYIRUTA Pierre, NSAVYIMANA Gaston, BRITON Bi Gouessé Henri, ADOUBY Kopoin, Nahimana David et NTAKIMAZI Gaspard, 2020. Actions combinées de *Eichhornia crassipes* et *Pistia stratiotes* pour traitement tertiaire de l'effluent des bassins facultatifs de la station d'épuration de Buterere, Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14: 2463-2475.

Organisation Mondiale de la Santé & Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 1995. *Norme générale codex pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale*, Codex standard 193-1995, 43

OURO-SAMA Kamilou, SOLITOKÉ Hodabalo Dheoulaba, GNANDI Kissao, AFIADÉMANYO Komlan Mawuli, BOWESSIDJAOU Ezzo Joseph, 2014. Evaluation et risques sanitaires de la bioaccumulation de métaux lourds chez des espèces halieutiques du système lagunaire togolais, *VertigO, la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 14, N°2, septembre

2014. <http://journals.openedition.org/vertigo/15093>; DOI : 10.400/vertigo.15093.

RANDRIANANTOANDRO Tahina Lalaina, 2022. La phytoépuration: une solution écologique pour le traitement des eaux usées urbaines. *International Multilingual Journal of Science and Technology (IMJST)*, ISSN: 2528-9810 Vol. 7 Issue 7.

ROUAUD Mathieu, 2017. *Probability, statistics and estimation : Propagation of Uncertainties in Experimental Measurement* [en ligne], Short edition. Creative commons, 181 p.

VERGARA-FLÓREZ Vicente, MIELES-GALINDO Jorge, NANI Graciela, SANDOVAL-HERAZO Mayerlin and SANDOVAL Herazo Luis Carlos, 2023. Treatment Wetland with *Thalia geniculata* for Wastewater Depuration in the Department of Sucre, Colombia. *Processes* 2023. 11(9): 2754 DOI:10.3390/pr11092754.

WILSON John, AJUONU Obinna, CENTER Ted, HILL Martin, MIC Julien, KATAGIRA Francisca, NEUENSCHWANDER Peter, NJOKA Stephen, OGWANG James, REEDER Rob, VAN Thai, 2007. The decline of water hyacinth on Lake Victoria was due to biological control by *Neochetina* spp. *Aquatic Botany, Elsevier, Science Direct*, Volume 87, Issue 1, July 2007, pages 90-93. [https://doi.org/ 10.1016/j.aquabot.2006.06.006](https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2006.06.006).