

## Composition nutritionnelle, propriétés bioactives et toxicité aiguë de la podostémacée d'eau rapide *Ledermanniella congolana* du Kasai-Central (République Démocratique du Congo) : un aliment fonctionnel potentiel pour lutter contre la malnutrition

*Nutritional composition, bioactive properties, and acute toxicity of the fast-growing aquatic podostemaceae species Ledermanniella congolana from Kasai-Central (DR Congo): a potential functional food for combating malnutrition.*

Vanessa CIMPAKA BAKALELA<sup>1\*</sup>, Ignace BALOW'A KALONJI KAMUNA<sup>1</sup>, Pierre-Célestin MUTINSUMU MUFENG<sup>2</sup>, Christophe LUMAMBA KASONGO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Filière des Sciences des Aliments, Nutrition et Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (ISTM-Kin), Kinshasa, RD Congo ;

<sup>2</sup> Centre de Recherche en Nutrition et Salubrité des Aliments (CRNSA), Filière des Sciences des Aliments, Nutrition et Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (ISTM-Kin), Kinshasa, République Démocratique du Congo,

<sup>3</sup> Filière de Biologie, Institut Supérieur Pédagogique de Mbuji-Mayi (ISP-MBM).

### RESUME:

La République démocratique du Congo fait face à une malnutrition infantile sévère. La présente étude vise à caractériser *Ledermanniella cf congolana*, une plante aquatique récoltée dans la rivière Lulua, en évaluant sa composition nutritionnelle, ses propriétés bioactives et sa toxicité aiguë. Les analyses ont porté sur la composition proximale (méthodes Kjeldahl et Soxhlet), la teneur en minéraux (fluorescence X), les composés phénoliques (Folin-Ciocalteu), l'activité antioxydante (DPPH/ABTS), l'activité antibactérienne (diffusion sur disque contre *S. aureus*) et la toxicité orale chez des rats Wistar (doses de 1 à 5 ml/kg pendant 7 jours). Les résultats montrent, pour 100 g de poids sec, une teneur de 80,1 g de glucides, une valeur énergétique de 370 kcal, 3,7 g de protéines et 0,66 g de lipides. La teneur en fer est exceptionnellement élevée (34,5 mg/100 g), de même que celle en manganèse (2,24 mg/100 g). La teneur en polyphénols est de 7,97 mg EAG/g et celle en flavonoïdes de 26,34 mg EQ/g. L'activité antioxydante est modérée (IC50 DPPH : 856-1043 µg/ml), de même que l'activité antibactérienne (zone d'inhibition de 9 mm). Aucune mortalité n'a été observée, bien que des élévations des transaminases aient été notées chez tous les animaux, attribuables au stress expérimental ; l'histologie est restée normale. Cette podostémacée présente un potentiel énergétique et anti-anémique intéressant, mais une faible teneur en protéines. Sa toxicité semble faible, mais des études subchroniques sont nécessaires. *Ledermanniella cf congolana* apparaît comme un aliment fonctionnel local prometteur pour lutter contre les carences énergétiques et en fer, sous réserve de validations complémentaires.

**Mots clés :** *Ledermanniella cf congolana*, composition nutritionnelle, fer élevé, activité antioxydante, toxicité aiguë.

### ABSTRACT :

The Democratic Republic of Congo faces severe childhood malnutrition. This study aims to characterize *Ledermanniella cf congolana*, an aquatic plant harvested from the Lulua River, by evaluating its nutritional composition, bioactive properties, and acute toxicity. Analyses included proximal composition (Kjeldahl and Soxhlet methods), mineral content (X-ray fluorescence), phenolic compounds (Folin-Ciocalteu), antioxidant activity (DPPH/ABTS), antibacterial activity (disk diffusion against *S. aureus*), and oral toxicity in Wistar rats (doses of 1 to 5 ml/kg for 7 days). Results per 100 g of dry weight show a carbohydrate content of 80.1 g, an energy value of 370 kcal, 3.7 g of protein, and 0.66 g of lipids. The iron content is exceptionally high (34.5 mg/100 g), as is the manganese content (2.24 mg/100 g). The polyphenol content is 7.97 mg GAE/g, and the flavonoid content is 26.34 mg QE/g. Antioxidant activity is moderate (DPPH IC50: 856-1043 µg/ml), as is antibacterial activity (inhibition zone of 9 mm). No mortality was observed, although elevated transaminases were noted in all animals, attributable to experimental stress ; histology remained normal.

This podostemaceae exhibits interesting energy and anti-anemic potential but has a low protein content. Its toxicity appears low, although subchronic studies are necessary. *Ledermanniella cf congolana* emerges as a promising local functional food to address energy and iron deficiencies, pending further validation.

**Keywords :** *Ledermanniella cf congolana*, nutritional composition, high iron, antioxidant activity, acute toxicity.

\*Adresse des Auteur(s)

**Vanessa CIMPAKA BAKALELA**, Filière des Sciences des Aliments, Nutrition et Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (ISTM-Kin), Kinshasa, RD Congo ;

E-mail : [vanelumamba@gmail.com](mailto:vanelumamba@gmail.com)

Tél : +243 994377468 ;

**Ignace BALOW'A KALONJI KAMUNA**, Filière des Sciences des Aliments, Nutrition et Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (ISTM-Kin), Kinshasa, RD Congo ;

**Pierre-Célestin MUTINSUMU MUFENG**, Centre de Recherche en Nutrition et Salubrité des Aliments (CRNSA), Filière des Sciences des Aliments, Nutrition et Diététique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa (ISTM-Kin), Kinshasa, République Démocratique du Congo,

**Christophe LUMAMBA KASONGO**, Filière de Biologie, Institut Supérieur Pédagogique de Mbuji-Mayi (ISP-MBM).

## I. INTRODUCTION

La malnutrition reste une crise sanitaire mondiale, contribuant à près de 45 % des décès chez les enfants de moins de cinq ans [1]. L'Afrique subsaharienne supporte un fardeau disproportionné, avec des taux de retard de croissance dépassant souvent 30 % [2]. En République Démocratique du Congo (RDC), la dernière Enquête Démographique et de Santé (2023-2024) rapporte que 44,7 % des enfants de moins de cinq ans souffrent de retard de croissance et que 53 % sont anémiques [3]. Ces chiffres alarmants coexistent avec d'immenses ressources naturelles, y compris des aliments traditionnels sous-exploités qui pourraient aider à diversifier les régimes alimentaires et à atténuer les carences en micronutriments.

L'une de ces ressources est la plante aquatique des cours d'eau rapides *Ledermanniella cf congolana* (Macrophyta, Podostemaceae), localement appelée « Nzaula » ou « Lusanga » dans la province du Kasai-Central. Traditionnellement récoltée dans les rivières pendant la saison sèche, elle est consommée fraîche ou séchée dans les sauces, et est empiriquement considérée comme un aliment «

## Composition nutritionnelle, propriétés bioactives...

qui donne de l'énergie ». Cependant, aucune caractérisation scientifique de la souche congolaise n'existe.

À l'échelle mondiale, les plantes aquatiques sont de plus en plus reconnues comme sources de protéines, de minéraux, de fibres alimentaires et de composés bioactifs tels que les polyphénols et les flavonoïdes aux propriétés antioxydantes et antimicrobiennes [4–6]. Le genre *Ledermanniella* a récemment attiré l'attention : des études d'autres régions ont rapporté des activités antioxydante, anti-inflammatoire, antidiabétique et antimicrobienne [7,8]. Pourtant, le profil nutritionnel et toxicologique de la souche congolaise reste inconnu.

La présente étude visait à combler cette lacune en fournissant une évaluation complète de *Ledermanniella cf congolana* du Kasai-Central, incluant son identification botanique, sa composition proximale et minérale, sa teneur en composés phénoliques, ses activités antioxydante et antibactérienne, et sa toxicité aiguë par voie orale chez le rat. Ce travail constitue la première étape vers l'évaluation du potentiel de cette plante aquatique indigène en tant qu'aliment fonctionnel pour lutter contre la malnutrition en RDC.

## II. MATERIELS ET METHODES

### II.1. Matériel végétal et préparation

Des échantillons frais de *Ledermanniella cf congolana* ont été collectés aseptiquement dans la rivière Lulua (Kasai-Central, RDC ; 5°54'S, 22°25'E) en septembre 2025. Ils ont été transportés sous chaîne de froid à Kinshasa, lavés à l'eau distillée, séchés à l'étuve à 40°C pendant 48 h, puis broyés en une poudre fine. Un spécimen de référence a été déposé à l'Herbarium de l'Université de Kinshasa pour identification taxonomique basée sur des caractères morphologiques et cellulaires.

### II.2. Composition proximale et analyse minimale

L'humidité, les cendres et le pH ont été déterminés selon les méthodes standards [9]. Les protéines brutes ont été estimées par la méthode de Kjeldahl ( $N \times 6,25$ ) [10], les lipides totaux par extraction Soxhlet [11] et les fibres brutes par hydrolyse acide. Les glucides totaux ont été calculés par différence :  $100 - (\text{humidité} + \text{cendres} + \text{protéines} + \text{lipides} + \text{fibres})$ . La valeur énergétique a été calculée à l'aide des facteurs d'Atwater (4, 9, 4 kcal/g pour les protéines, lipides et glucides, respectivement). Les minéraux (S, Mg, K, Ca, Mn, Fe, Co, Zn, Se, P) ont été quantifiés par spectrométrie de fluorescence X [12]. Pour s'assurer du potentiel anti anémique, la teneur en Fer a été dosée par fluorescence X et par Spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA). Toutes les analyses ont été réalisées en triplicata.

### II.3. Composés phénoliques et activité antioxydante

La teneur en polyphénols totaux (TPC) a été déterminée à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu [13], exprimée en mg équivalents d'acide gallique (EAG)/g de poids sec. La teneur en flavonoïdes totaux (TFC) a été mesurée par la méthode au chlorure d'aluminium [13], exprimée en mg équivalents de quercétine (EQ)/g. L'activité antioxydante a été évaluée par les tests de piégeage des radicaux DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) et ABTS (acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)) [15] en utilisant des extraits aqueux et organiques (méthanol 80 %). Les valeurs d'IC<sub>50</sub> (concentration inhibitrice de 50 % des radicaux) ont été calculées par régression linéaire.

### II.4. Activité antibactérienne

La méthode de diffusion sur disque a été utilisée contre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 [14]. Les extraits de l'échantillon (aqueux et hydro-méthanolique) ont été appliqués sur des disques stériles déposés sur gélose Chapman. L'amoxicilline (30 µg) a servi de témoin positif. Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés après 24 h d'incubation à 37°C.

### II.5. Etude de toxicité aiguë

Cette étude a été faite selon la ligne directrice N° 425 de l'OCDE [15].

**Animaux :** Vingt-six rats Wistar femelles (8–10 semaines, 180–220 g) ont été obtenus de l'animalerie de l'Institut National de Recherche Biomédicale (INRB), Kinshasa. Ils ont été hébergés dans des conditions standards (cycle lumière/obscurité de 12 h, 22±2°C, 50–60 % d'humidité) avec un accès libre à l'eau et à un régime standard. L'acclimatation a duré 7 jours.

**Plan expérimental :** Les rats ont été répartis aléatoirement en quatre groupes : témoin (eau distillée, n=5) et trois groupes traités (n=7 chacun) recevant l'extrait aqueux de *Ledermanniella cf congolana* aux doses de 1, 2,5 et 5 mL/kg de poids corporel (correspondant à 0,15 ; 0,375 et 0,75 g de plante sèche/kg). L'extrait a été préparé par macération (48 h) suivie d'une décoction (30 min) de la poudre dans l'eau distillée, filtration et concentration. Les doses ont été administrées une fois par jour par gavage oral pendant 7 jours.

**Paramètres suivis :** Le poids corporel a été enregistré quotidiennement. Les animaux ont été observés pour la mortalité et les signes cliniques (comportement, poils, mobilité, convulsions, diarrhée). À la fin de l'expérience, les

rats ont été anesthésiés à la kétamine/xylazine, et le sang a été prélevé par ponction cardiaque pour l'analyse biochimique (glucose, urée, créatinine, AST, ALT, cholestérol total, HDL, LDL, triglycérides). Le foie, les reins et le pancréas ont été prélevés, pesés et fixés dans du formol à 10 % pour un examen histopathologique (coloration H&E).

## II.6. Analyse statique

Les données sont présentées sous forme de moyenne  $\pm$  écart-type (ET). Les comparaisons entre les groupes ont été effectuées à l'aide d'une ANOVA à un facteur suivi du test post-hoc de Tukey. Les corrélations ont été évaluées par le coefficient de Pearson. Le seuil de significativité a été fixé à  $p < 0,05$ . Les analyses ont été réalisées avec GraphPad Prism 9.0. Cette méthode a été utilisée sur un petit échantillon pour comparer plusieurs groupes à la fois et faire un seul test global.

## III. RESULTATS

### III.1. Identification botanique

L'examen morphologique et des cellules au microscope a confirmé que la plante était *Ledermanniella cf congolana* (C.Cusset 1974) (Tableau 1). Les filaments étaient non ramifiés, vert brillant, de 10–15 cm de long, constitués de cellules cylindriques.

Tableau 1. Classification taxonomique de *Ledermanniella cf congolana*

Niveau taxonomique	Désignation
Règne	Plantae
Classe	Eudicotylédones
Ordre	Malpighiales
Famille	Podostemaceae
Genre	<i>Ledermanniella</i>
Espèce	<i>Ledermanniella congolana</i>

### III.2. Composition proximale et minéraux

La plante aquatique présentait une teneur élevée en humidité (91,2 % en poids frais). Sur la base du poids sec, elle était principalement composée de glucides (80,1 g/100g), avec de faibles teneurs en protéines (3,71 g/100g) et en lipides (0,66 g/100g), résultant en une valeur énergétique de 370 kcal/100g (Tableau 2). L'analyse minérale a révélé une teneur exceptionnellement élevée en fer (34,5 mg/100g) et une teneur notable en manganèse (2,24 mg/100g), tandis que les autres minéraux étaient relativement faibles (Tableau 3).

Tableau 2. Composition proximale et valeur énergétique de *Ledermanniella cf congolana* (moyenne  $\pm$  ET, n=3)

Paramètre	Valeur (pour 100 g de poids sec)
Protéines brutes (g)	3,71 $\pm$ 0,0008
Lipides totaux (g)	0,66 $\pm$ 0,007
Glucides totaux (g)	80,1 $\pm$ 0,014
Fibres brutes (g)	0,51 $\pm$ 0,0009
Cendres (g)	7,71 $\pm$ 0,29
Énergie (kcal)	370,46 $\pm$ 0,06

Tableau 3. Teneur en minéraux de *Ledermanniella cf congolana* (%/100g poids sec, moyenne  $\pm$  ET)

Élément	Concentration
Soufre	0,18 $\pm$ 0,02
Magnésium	0,08 $\pm$ 0,0001
Potassium	0,57 $\pm$ 0,007
Calcium	0,54 $\pm$ 0,009
Manganèse	0,224 $\pm$ 0,1
Fer	0,0345 $\pm$ 5
Cobalt	0,08 $\pm$ 0,002
Zinc	0,19 $\pm$ 0,002
Sélénium	0,01 $\pm$ 0,001
Phosphore	0,08 $\pm$ 0,0002

### III.3. Teneur en composés phénoliques et activité antioxydante

La teneur en polyphénols totaux (TPC) était de 7,97  $\pm$  0,96 mg EAG/g, et celle des flavonoïdes totaux (TFC) de 26,34  $\pm$  0,87 mg EQ/g. Les extraits aqueux et organique ont tous deux montré une activité de piégeage des radicaux, avec des valeurs d'IC<sub>50</sub> beaucoup plus élevées que le standard acide gallique pour le DPPH, mais comparables pour l'ABTS (Tableau 4). Une forte corrélation négative a été trouvée entre la TFC et l'IC<sub>50</sub> du DPPH ( $r = -0,89$  ;  $p = 0,008$ ), indiquant que les flavonoïdes contribuent significativement à la capacité antioxydante.

Tableau 4. Activité antioxydante des extraits de *Ledermanniella cf congolana* (IC<sub>50</sub>,  $\mu$ g/mL)

Extrait	DPPH	ABTS
Aqueux	1043,2 $\pm$ 18,6	2,1 $\pm$ 0,5
Organique (MeOH 80 %)	856,1 $\pm$ 11,5	1,8 $\pm$ 0,01
Acide gallique	3,5 $\pm$ 0,2	2,5 $\pm$ 0,1

### III.4. Activité antibactérienne

L'extrait hydro-méthanolique a produit une zone d'inhibition de 9,0  $\pm$  0,50 mm contre *S. aureus*, indiquant une activité modérée. L'extrait aqueux a montré une inhibition négligeable (2,0 mm), tandis que l'amoxicilline a donné 30 mm (Tableau 5).

Tableau 5. Activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*

## Composition nutritionnelle, propriétés bioactives...

Échantillon	Diamètre d'inhibition (mm)	Interprétation
Extrait aqueux	2,0 ± 0,90	Faible
Extrait hydro-méthanolique	9,0 ± 0,50	Modérée
Amoxicilline (30 µg)	30,0 ± 1,0	Très forte

### III.5. Toxicité aiguë

Aucune mortalité ni signe clinique évident n'ont été observés dans aucun groupe pendant les 7 jours de traitement. L'évolution du poids corporel est présentée dans la Figure 1. Le groupe témoin a perdu plus de poids que le groupe à faible dose ( $p = 0,011$ , ANOVA). Les paramètres biochimiques (Tableau 6) ont révélé que tous les groupes, y compris le témoin, présentaient des taux sériques d'AST et d'ALT nettement élevés par rapport aux valeurs de référence normales ( $p < 0,001$ ). Aucun effet dose-dépendant n'était évident pour ces enzymes. Une corrélation négative significative a été trouvée entre la dose de la plante aquatique et la glycémie ( $r = -0,72$  ;  $p = 0,008$ ). Les autres paramètres (urée, créatinine, lipides) sont restés dans les limites normales. L'examen histopathologique du foie, des reins et du pancréas n'a montré aucune lésion majeure attribuable à la plante aquatique ; des agrégats lymphoïdes occasionnels et une légère congestion vasculaire ont été observés de manière similaire dans tous les groupes.

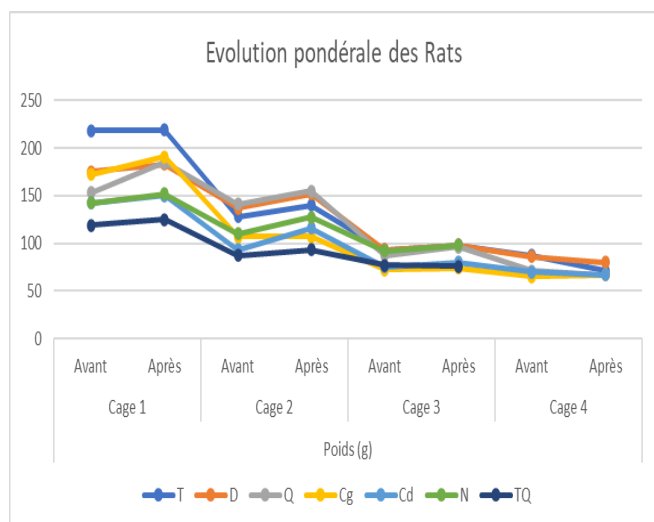


Figure 1. Évolution du poids corporel des rats pendant les 7 jours de traitement.

Tableau 6. Paramètres biochimiques sériques des rats à la fin de l'expérience (moyenne ± ET ou valeurs individuelles)

Groupe	Glucose (mg/dl)	Urée (mg/dl)	Créatinine (mg/dl)	AST (U/l)	ALT (U/l)	Cholestérol (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	TG (mg/dl)
Témoin	105,5	39	0,8 ±	263,	185,4	75,5	22,5	51,5	21,5 ±

in	±	5 ±	0,0	6 ±	±	±	±	±	3,5
(n=2)	17,7	0,7		28,3	91,9	19,1	0,7	16,3	
Faible	116,7	40,	0,77 ±	231,	170,6	70,3	22,7	24,0	49,0 ±
e	±	0 ±	0,12	6 ±	±	± 7,0	±	± 2,6	22,1
dose	10,1	5,0		21,1	59,2		0,6		
(n=3)									
Dose	109,0	45,	0,83 ±	207,	84,7	74,3	39,0	23,0	35,3 ±
moye	±	7 ±	0,06	9 ±	±	±	±	±	11,0
nne	34,0	4,0		41,9	23,4	21,4	18,2	17,8	
(n=3)									
Forte	115,7	39,	0,87 ±	257,	114,6	59,7	26,0	32,7	28,3 ±
dose	±	0 ±	0,06	3 ±	±	± 2,1	±	± 6,5	9,3
(n=3)	14,4	2,0		18,1	24,4		5,0		

\*Valeurs de référence pour les rats Wistar : glucose 60–110 mg/dl, urée 15–45 mg/dl, créatinine 0,5–1,5 mg/dl, AST 0–31 U/L, ALT 0–41 U/L, cholestérol total variable, HDL 30–60 mg/dl, LDL ≤160 mg/dl, TG 35–185 mg/dl [18].

### IV. DISCUSSION

Cette étude fournit la première caractérisation complète de la plante aquatique d'eau rapide congolaise *Ledermanniella cf congolana*. Les résultats révèlent un profil unique, distinct de celui des plantes aquatiques bien connues riches en protéines comme Lemnoideae.

**Profil nutritionnel.** La teneur très élevée en glucides (80,1 %) et la densité énergétique (370 kcal/100g) positionnent *Ledermanniella cf congolana* comme un complément énergétique potentiel, particulièrement précieux dans les contextes où l'apport calorique est insuffisant. Les faibles teneurs en protéines (3,7 %) et en lipides (0,66 %) sont typiques de certains végétaux aquatiques [17], mais contrastent fortement avec la richesse en protéines de *Ledermanniella schlechteri* (~10 %) [7]. Ainsi, *Ledermanniella cf congolana* ne doit pas être considérée comme un substitut protéique, mais plutôt comme une source d'énergie complémentaire.

La découverte la plus frappante est la teneur exceptionnellement élevée en fer (34,5 mg/100g). Cela reste dans les valeurs rapportées pour d'autres espèces de *Ledermanniella* (typiquement 30–100 mg/kg) [18]. Si elle est confirmée par des méthodes analytiques supplémentaires (par exemple, ICP-MS), cela pourrait avoir des implications majeures pour la lutte contre l'anémie ferriprive, qui touche plus de la moitié des enfants congolais [3]. La corrélation positive entre le fer et les flavonoïdes ( $r = 0,82$ ) est intrigante et justifie des recherches sur une éventuelle chélation ou synergie affectant la biodisponibilité. Cependant, une teneur en fer aussi élevée soulève également des inquiétudes quant à un risque potentiel de surcharge en cas de consommation excessive ; par conséquent, des niveaux d'apport sûrs doivent être établis.

**Propriétés bioactives.** Les TPC (7,97 mg EAG/g) et TFC (26,34 mg EQ/g) se situent dans la fourchette rapportée pour *Ledermanniella* d'autres régions (5–15 mg EAG/g, 10–25 mg EQ/g) [8]. La forte corrélation entre les flavonoïdes et le piégeage du DPPH ( $r = -0,89$ ) confirme que les flavonoïdes sont les principaux contributeurs à l'activité antioxydante. Les valeurs modérées d'IC<sub>50</sub> pour le DPPH (856–1043 µg/ml) par rapport à l'acide gallique pur (3,5 µg/ml) indiquent une activité plus faible, mais le test ABTS a montré une excellente activité (IC<sub>50</sub> ~2 µg/ml). Les divergences entre les tests sont courantes et reflètent des mécanismes radicalaires différents [4]. Nos valeurs d'IC<sub>50</sub> pour le DPPH sont plus élevées que celles rapportées par Roniche et al. (107 µg/ml) pour des extraits acétoniques de *Ledermanniella* cf *congolana* [8], probablement en raison de différences dans le solvant d'extraction, la souche de plante aquatique et les conditions environnementales.

L'activité antibactérienne modérée de l'extrait hydro-méthanolique contre *S. aureus* (inhibition de 9 mm) est cohérente avec les rapports précédents sur les espèces de *Ledermanniella* [4]. Cela suggère un potentiel d'utilisation comme conservateur naturel ou adjuvant dans les formulations alimentaires, bien que l'activité soit beaucoup plus faible que celle des antibiotiques standards.

**Sécurité toxicologique.** L'absence de mortalité à la dose la plus élevée testée (5 ml d'extrait/kg ≈ 0,75 g de la plante/kg) indique que la DL<sub>50</sub> orale aiguë dépasse cette dose, suggérant une faible toxicité aiguë. Cependant, l'élévation universelle des transaminases sériques (AST, ALT) dans tous les groupes, y compris les témoins, est un résultat critique. Ces valeurs (AST 159–284 U/l, ALT 59–250 U/l) dépassent de loin les plages normales pour les rats (AST 0–31, ALT 0–41 U/L) [16]. Étant donné que le groupe témoin a été tout aussi affecté, cela ne peut être attribué à la plante aquatique, mais plutôt à un facteur de stress commun, probablement lié au protocole expérimental (par exemple, gavage répété, stress de manipulation ou conditions environnementales). Des élévations des transaminases induites par le stress ont été documentées chez les rongeurs [19]. En effet, ces valeurs nécessitent des recherches approfondies. Fait important, l'histopathologie n'a révélé aucune lésion hépatique significative, ce qui soutient l'interprétation d'un dommage fonctionnel plutôt que structurel. Néanmoins, ce signal impose la prudence et souligne la nécessité d'études de toxicité subchronique avec des témoins négatifs appropriés (par exemple, des animaux non traités et non manipulés) pour exclure tout potentiel hépatotoxique latent.

La corrélation négative entre la dose de plante aquatique et la glycémie ( $r = -0,72$ ) est intéressante et cohérente avec les rapports d'activité antidiabétique de *Ledermanniella* cf *congolana* [7], possiblement médiée par l'inhibition de

l' $\alpha$ -amylase ou une augmentation de l'absorption du glucose. Cela mérite une exploration plus approfondie.

**Limites.** Cette étude présente plusieurs limites : les glucides ont été calculés par différence plutôt que par mesure directe ; l'activité antibactérienne a été réalisée uniquement sur les *Staphylococcus aureus*, l'étude de toxicité aiguë a été courte (7 jours) et manquait d'un groupe témoin non manipulé ; la biodisponibilité des nutriments n'a pas été évaluée.

**Perspectives.** Les travaux futurs devraient inclure un profilage minéral détaillé avec des étalons de référence, tester *E. coli*, le *Pseudomonas aeruginosa* et le *Salmonella*, et des études de toxicité subchronique (90 jours) suivant les directives de l'OCDE. Si l'innocuité est confirmée, le potentiel de *Ledermanniella* cf *congolana* comme fortifiant dans les aliments complémentaires pour enfants (par exemple, bouillies enrichies) devrait être testé par des essais sensoriels et d'efficacité dans les communautés locales.

## V. CONCLUSION

*Ledermanniella* cf *congolana* du Kasai-Central est une plante aquatique riche en glucides et en fer, avec des activités antioxydante et antibactérienne modérées. Sa toxicité aiguë par voie orale semble faible aux doses testées, bien que l'élévation des transaminases liée au stress chez tous les animaux souligne la nécessité d'une évaluation toxicologique plus rigoureuse. Cette plante aquatique indigène présente un potentiel en tant qu'aliment fonctionnel local pour aider à lutter contre les carences énergétiques et en fer dans les populations vulnérables de la RDC, sous réserve que son innocuité soit confirmée par des études supplémentaires. La valorisation de ces ressources traditionnelles s'aligne sur des stratégies durables de lutte contre la malnutrition tout en respectant les pratiques culturelles.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à exprimer leur profonde gratitude au personnel technique des laboratoires qui ont rendu cette étude possible. Nous remercions tout particulièrement madame Gisèle Makengo et monsieur Clément Mbadiko du Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur l'Alimentation et la Nutrition (LARAN) de l'Université de Kinshasa pour leur assistance précieuse lors des analyses proximales et phytochimiques. Notre reconnaissance s'adresse également à monsieur Desiré Musuyu et à monsieur Guy Midingi de l'Institut National de Recherche Biomédicale (INRB) pour leur accompagnement technique lors de l'étude de toxicité animale, notamment pour les soins aux animaux, les prélèvements sanguins et la préparation des échantillons histologiques. Nous remercions monsieur Blaise du Département de Biologie de l'Université de Kinshasa pour

## Composition nutritionnelle, propriétés bioactives...

son aide dans l'identification botanique. Enfin, nous sommes reconnaissants envers l'ensemble du personnel des animaleries et des laboratoires pour leur soutien logistique et leur disponibilité tout au long de ce travail.

### REFERENCES

1. Organisation Mondiale de la Santé. Malnutrition : principaux faits. Genève : OMS ; 2023.
2. UNICEF, OMS, Banque Mondiale. Niveaux et tendances de la malnutrition infantile. Genève : OMS ; 2023.
3. Ministère du Plan, RDC. Enquête Démographique et de Santé 2023-2024. Kinshasa : MSP ; 2024.
4. Fahad A, Hussam A A, Ibrahim Ja, et al. Phytochemical composition and bioactivities of certain hydrophytes: antioxidant, antiparasitic, antibacterial, and anticancer properties and mechanisms. 2024 ; PMID : PMC11313917 PMID : 39124266
5. Gabriela Zięc, Oskar Michalski, Konieczna-Molenda A, et al. Nutritional Value, Health Properties, Safety Considerations, and Consumer Acceptance of *Lemnoideae* as Human Food. 2025.
6. Yue Li, Ning X, Yuyan Z, et al. Blue source-based food alternative proteins : Exploring aquatic plant-based and cell-based sources for sustainable nutrition. 2024.
7. Roniche Nguie, Nadia P. G., Pambou-Tobi et al. Nutritional Contribution of *Ledermanniella schlechteri* Extracted from the Cataracts of the Djoue River in Congo. 2022.
8. Roniche Nguie, Tsiba G., Arnaud W.G., et al. Evaluation of potential Extracts Antioxydant (Aqueous, HydroEthanolique and Ethanolique) of an Aquatic Plant form the river Djoue (*Ledermanniella schlechteri*). 2021.
9. Amrah Hadda F, et al. Standard methods for food analysis. Food Chem. 2023;405:134567.
10. Coutouly G, et al. Travaux dirigés de biochimie. Paris : Doin ; 1987.
11. Vervack W. Analyse des aliments : méthodes courantes. Louvain : UCL ; 1982.
12. Kabengele CN, et al. Secondary metabolites and mineral elements of *Manotes expansa* and *Aframomum albviolaceum*. Annu Res Rev Biol. 2022;37(11):57-63.
13. Mbadiko CM, et al. Phytochemical study and evaluation of the antioxidant activity of some medicinal plants. J Adv Pharm Res. 2024;8(1):45-53.
14. Fitriyanti M, et al. Antibacterial activity test of ethanol extract of pineapple. Borneo J Pharm. 2019;2(2):108-113.
15. OCDE, 2022. Ligne directrice N°425 : Toxicité aiguë par voie orale : Méthodes de l'ajustement des doses. Adoptée : 3 octobre 2008 Corrigée : 30 juin 2022 (hébergement, parag. 17).
16. Giknis MLA, Clifford CB. Clinical laboratory parameters for Crl:WI(Han) rats. Wilmington : Charles River Laboratories ; 2008.
17. Fleurence J. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends Food Sci Technol. 1999;10(1):25-28.
18. Henry K. Mata, et al. Level of toxic Metals in Consumable Aquatic Plant *Ledermanniella schlechteri* from Congo river and potential risk assessment through plant consumption. Journal of food Science and Nutrition. 2020
19. Everds NE, et al. Interpreting stress responses during routine toxicity studies. Toxicol Pathol. 2013;41(4):560-614.