

Journal of Applied Biosciences 185: 19484- 19503
ISSN 1997-5902

Types des macroplastiques et leurs impacts sur les activités de pêche dans la rivière N'djili, Kinshasa (R.D Congo)

RÉSUMÉ

Objectif : La majorité des rivières qui traversent la ville de Kinshasa est submergée par des déchets plastiques ; les eaux y ruissellent difficilement et, cela constitue un handicap pour le bon fonctionnement des habitats et de certaines activités dans les écosystèmes aquatiques concernés. La présente étude a pour objectif d'inventorier les différents types de macroplastiques présents dans la rivière N'djili à Kinshasa en République Démocratique du Congo.

Méthodologie et Résultats: Trois sites ont été échantillonnés le long de la rivière N'djili et, les pêcheurs locaux ont été interrogés sur leur interaction avec les déchets dans le cadre de leur activité de pêche artisanale. La récolte des données s'est basée sur des échanges avec les pêcheurs ainsi que l'échantillonnage des déchets plastiques dans les sites choisis dans cette rivière. Un total de 778 déchets plastiques a été collecté. Leur composition chimique a été déduite du code d'identification des résines imprimé sur les objets. Les résultats obtenus montrent que huit types de macroplastiques notamment : polyéthylène haute densité (PEHD), polyéthylène basse densité (PELD), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polypropylène (PP), polystyrène (PS), polychlorure de vinyle (PVC), acétate de cellulose (CA) et un groupe non catégorisé sont identifiés. Les résines les plus fréquentes sont le polytéréphtalate d'éthylène (soit 27%), le polyéthylène à basse densité (soit 19%) et le polypropylène (soit 13%). En termes d'abondance, les PET et PELD avec respectivement 24%, PEHD (17%) et PP (12%) sont les plus recensés. Les bouteilles d'eau de table et de boissons gazeuses, les sachets emballages, les fibres synthétiques, les emballages des biscuits, chocolats et bonbons sont les déchets qui sont les plus abondants dans les trois sites d'échantillonnage. Les pêcheurs interrogés indiquent que la destruction des matériels de pêche par les déchets ainsi que la prise massive des déchets plastiques dans les filets et nasses sont les impacts négatifs les plus observés.

Conclusion et application des résultats : Les résultats de cette étude apportent les informations utiles pouvant servir les autorités politico-administratives de la ville de Kinshasa dans la prise des décisions allant dans le sens de la protection de l'environnement urbain et des milieux aquatiques. Cette étude rappelle aussi la nécessité et l'importance de la mise en place d'une politique adéquate pour le recyclage des résines plastiques afin de limiter leur prolifération dans l'environnement.

Mots-clés : Prolifération, Déchets plastiques, Ecosystème aquatique, Pêche artisanale, Ville de Kinshasa

ABSTRACT

Objective: Most of the rivers running through the city of Kinshasa are submerged in plastic waste, which makes it difficult for water to run off and thus hinders the proper functioning of habitats and certain activities in the aquatic ecosystems concerned. The aim of this study was to inventory the different types of macroplastics present in the N'djili River in Kinshasa, Democratic Republic of Congo.

Methodology and Results: Three sites were sampled along the N'djili River, and local fishermen were interviewed about their interaction with waste as part of their artisanal fishing activities. Data collection was based on discussions with fishermen and sampling of plastic waste at selected sites along the river. A total of 778 pieces of plastic waste were collected. Their chemical composition was deduced from the resin identification code printed on the objects. The results show that eight types of macroplastics were identified: high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP), polystyrene (PS), polyvinyl chloride (PVC), cellulose acetate (CA) and an uncategorized group. The most frequent resins are polyethylene terephthalate (27%), low-density polyethylene (19%) and polypropylene (13%). In terms of abundance, PET and PELD (24%), HDPE (17%) and PP (12%) are the most common. Table-water and soft-drink bottles, sachet packaging, synthetic fibers, and cookie, chocolate and candy packaging are the most abundant wastes at the three sampling sites. The fishermen interviewed indicated that the destruction of fishing equipment by waste and the massive catch of plastic waste in nets and creels were the most observed negative impacts.

Conclusion and application of results: The results of this study provide useful information that can be used by the political and administrative authorities of the city of Kinshasa in making decisions aimed at protecting the urban environment and aquatic environments. The study also serves as a reminder of the need and importance of implementing an appropriate policy for recycling plastic resins, in order to limit their proliferation in the environment.

Keywords: Prolifération, Plastic waste, Aquatic ecosystem, Artisanal fishing, City of Kinshasa

INTRODUCTION

Les cours d'eaux qui traversent les milieux urbains sont exposés à plusieurs types de pollution générées par les activités humaines. Ces activités et la pollution qu'elles génèrent sont d'autant plus fortes que la recherche individuelle du profit, sans réglementation, empêche de prévenir et de traiter ces externalités négatives pour les laisser à la communauté (Kakundika *et al.*, 2019). Cette situation devient d'avantage compliquée dans

les pays en voie de développement où les migrations ainsi que la croissance de la population ne sont pas bien suivies et, à cela il faut aussi ajouter un manque d'éthique environnementale (Katalayi, 2015). Les différents rejets des sous-produits et autres types des déchets, parfois très toxiques dans la nature est pour la plupart de cas qualifié comme l'un des facteurs qui contribuent à la pollution de l'environnement (Kakundika *et*

al., 2019). Les réserves d'eau douce planétaire représentent une faible proportion (2,5%) et ont une grande valeur et ce, tant pour les humains aussi bien que pour le maintien des écosystèmes. Cependant, plusieurs facteurs notamment : l'urbanisation, les facteurs et effets du changement climatique, la gestion des eaux usées et autres risquent d'affecter et perturber l'intégrité des réserves d'eau douce (ONU, 2014). Il est constaté depuis quelques années, un nouveau type de pollution qui est observé dans plusieurs types d'écosystèmes aquatiques notamment : les rivières, les fleuves et les lacs : les résines plastiques. Les plastiques sont présentes à de grande quantité dans les océans. En 2011, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement a reconnue la présence de ces déchets comme un enjeu émergent (Goverse et Bech, 2011). Certains chercheurs estiment que la quantité de déchets plastiques qui se déverse dans les océans chaque année serait de 6,5 millions de tonnes qui s'ajoutent à un stock non évalué (Bocquené, 2013). Par contre, Meijer *et al.* (2021) estiment que plusieurs rivières sont à la base des rejets de plus de 80% des émissions annuelles mondiales de plastiques comprises entre 0,8 et 2,7 millions de tonnes métriques pour une année où, les rivières urbaines sont parmi celles qui polluent abondamment. En effet, la contamination par les plastiques est une tendance croissante qui ne fera qu'exacerber la pression environnementale à laquelle sont soumises les ressources halieutiques. Il est donc impératif de sensibiliser le public et de trouver des solutions adéquates pour limiter les sources et les rejets de plastiques dans l'environnement aquatique (FAO, 2017). Ces plastiques transportent aussi des contaminants chimiques de synthèse : d'une part les substances qui les constituent (plastifiants, retardateurs de flamme) et d'autre part celles qui s'y sont adsorbées et concentrées lors de leur interaction dans l'environnement (Bocquené, 2013). Les effets de la mondialisation sur les échanges

commerciaux, la consommation des biens manufacturés et de première nécessité, la ville de Kinshasa suscite des inquiétudes sur le plan de l'environnement et de l'urbanisme à cause des contraintes liées à son développement, dans un contexte où la majorité de sa population est exposée aux conséquences de la dégradation de l'environnement (PUK, 2008). Alors que dans plusieurs pays Asiatiques, Européens et Américains des initiatives ont été mises en place pour limiter les impacts négatifs de cette pollution dans les écosystèmes aquatiques et leurs ressources (Smith, 2014) ; à notre connaissance, aucune mesure de ce genre n'a encore vu le jour en République Démocratique du Congo. En effet, le cadre juridique lié à la protection de l'environnement contre la pollution des déchets plastiques souffre d'application. Depuis 2017, le gouvernement congolais a promulgué le décret n° 017/018 du 30 Décembre 2017, portant interdiction de produire, d'importer, de commercialiser, et d'utiliser des sacs, des sachets, des films, et d'autres types d'emballages plastiques devant règlementer la pollution plastique en RDC (PNUE, 2019). En effet, cette loi a pour objet de lutter et de prévenir toutes formes de pollution et améliorer la qualité de la vie des populations dans le respect de l'équilibre écologique (Art.1). Elle définit également les différents types de déchets et nuisances, dont font partie la pollution plastique, ainsi que la gestion des déchets et les nuisances (Art 2.8, 2.9, 2.11, 2.22 et 2.30) (Ntirumenyerwa, 2019). Cependant, pour rendre salubre la ville de Kinshasa, les différents gouverneurs et autorités ont mis en place une panoplie de textes juridiques internationaux, des accords, des codes, des ordonnances, des arrêtés ainsi que des décisions sur la gestion des déchets plastiques. Les autorités urbaines se sont heurtées au refus des industriels d'appliquer ces textes, avec le consentement de l'Etat (Kassay, 2015). Ainsi, le manque des textes juridiques et lois en la matière fait subir

à la population et l'environnement biotique et abiotique des lourds dommages du fait de la pollution des déchets plastiques. Il est donc nécessaire qu'une réflexion sérieuse soit posée pour discuter autour des pistes de solutions sur cette problématique. Les questions majeurs de cette étude sont celles de savoir : (1) les types de macroplastiques présents dans la rivière N'djili, (2) la provenance de ces déchets avant

d'atteindre les rivières et (3) les impacts négatifs de macroplastiques sur la pêche et les écosystèmes aquatiques en vue de mettre en place les mesures idoines à apporter pour lutter contre ce phénomène. Pour répondre aux questions soulevées ci-haut, la présente étude a pour objectif global d'inventorier les macroplastiques présents dans la rivière N'djili et leurs impacts sur la pêche.

MATERIALS ET METHODES

Cadre d'étude : Cette étude a eu lieu dans la rivière N'djili dans sa partie comprise entre le Boulevard Lumumba et le fleuve Congo (figure 1) dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo. Le choix porté sur cette rivière est justifié par le fait que cette dernière est la deuxième plus importante rivière de la ville de Kinshasa après la N'sele mais aussi par le fait qu'elle traverse plusieurs

communes de la ville ayant de fortes densités de population. Elle draine ainsi les eaux d'un plus grand nombre des rivières, caniveaux, égouts et transporte des déchets de beaucoup de ménages de la ville de Kinshasa jusque dans le fleuve Congo. Cette rivière fait aussi l'objet d'exploitation de poissons à certains endroits à travers la pêche artisanale.

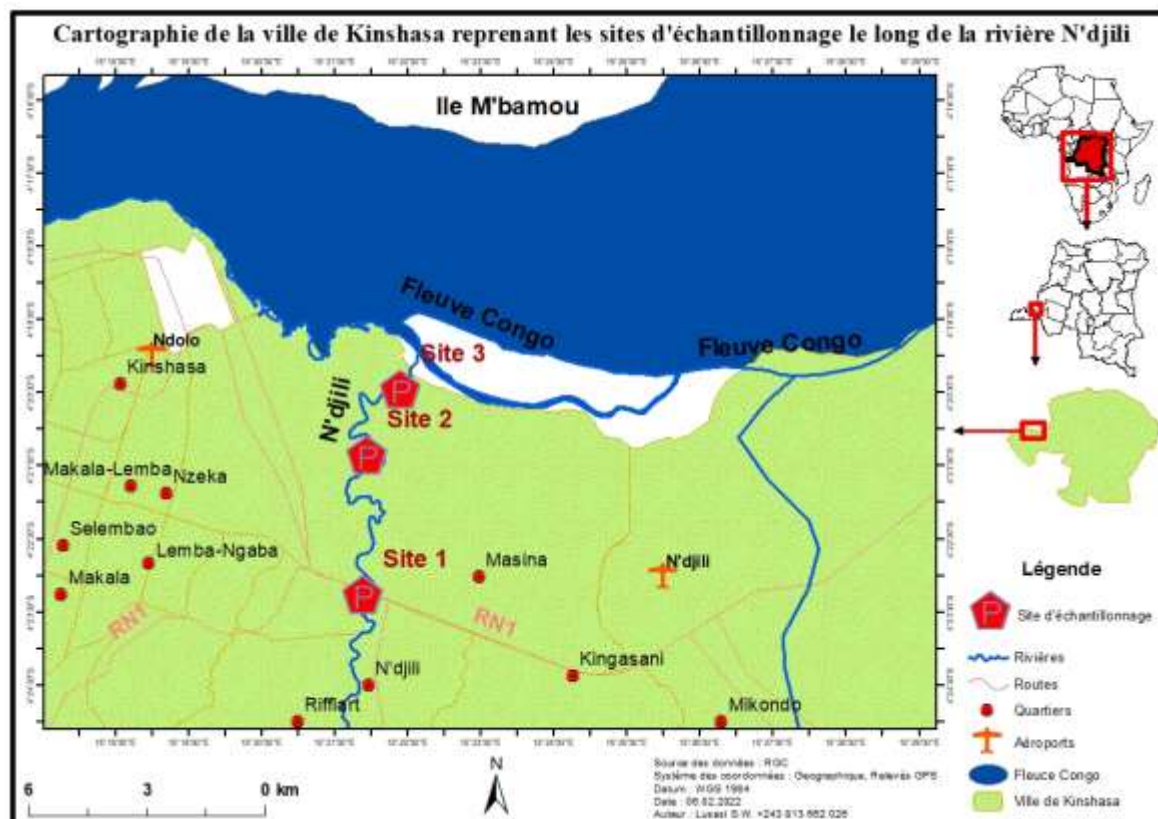


Figure 1 : Cartographie de la ville de Kinshasa reprenant les sites d'étude le long de la rivière N'djili

La rivière N'djili avec une longueur d'au moins 30 km, trace son lit vers la partie Est de la plaine de la ville de Kinshasa où, son bassin est délimité à l'Ouest par celui du fleuve Congo, au Sud par le bassin versant de la rivière Inkisi et au Sud-Ouest par celui de la N'sele (Luboya, 2002). La rivière N'djili comprend plusieurs affluents notamment : les rivières Lukaya, Funda, Lususa, Luzumu, Nshimi, Didingi, Musinga, Wau, Munfie, Mangoe, Ludisa et Matete. Ces affluents sont composés des rivières, des petits ruisseaux autochtones, permanents ou saisonniers avec une importance variable en termes du débit qui varie selon les saisons (Falasi, 2018). Située dans la ville de Kinshasa, la partie de la rivière N'djili considérée dans cette étude appartient au climat de type Aw4 suivant la classification de Köppen ; un climat tropical chaud et humide caractérisé par une alternance de deux grandes saisons. La grande saison de pluies compte pour une durée de huit (8) mois, allant des mois de septembre à mi-mai. Cette dernière est souvent entrecoupée par une petite saison sèche entre les mois de janvier et février (Ngongo *et al.*, 2009). Les pluies sont très abondantes pendant quatre mois notamment : avril, octobre, novembre et décembre où, près de 40 % des précipitations annuelles sont concentrées. La faible quantité des pluies est relevée en saison sèche, entre les mois de juin, juillet, août et de septembre. La température moyenne la plus faible est observée pendant le mois de juillet tandis que la température la plus élevée est souvent relevée pendant le mois d'avril. La vitesse moyenne du vent est faible pendant la saison sèche que pendant la saison de pluies (Ndembo, 2009 ; Falasi, 2018).

Collecte des données

Observations directes : La présence de déchets plastiques dans la rivière N'djili ainsi que les activités de pêche, ont été déterminé visuellement lors de campagnes de terrain effectuées entre les mois de septembre 2020 et août 2021.

Enquêtes de terrain : La technique d'enquête par sondage à choix raisonné a été mise en place pour la collecte des données relatives aux activités de pêche dans la zone d'étude. Pour ce, l'échantillon de convenance a été utilisé car, celle-ci permet de mener une étude sur une partie de la population qui a les mêmes caractéristiques ou qui exerce les mêmes activités. La sélection des personnes à enquêter a été faite de manière opportuniste, déterminée par la facilité d'être abordée, leur disponibilité et leur bonne volonté à pouvoir coopérer. Les groupes des enquêtés ciblés dans le cadre de cette étude sont les pêcheurs locaux œuvrant dans les différents sites d'échantillonnage. Pour bien effectuer les enquêtes et bien collecter les informations recherchées, une fiche d'enquête constituée des questions à choix multiples a été soumise aux pêcheurs âgés au moins de 18 ans. Avant l'enquête proprement dite, des pré-enquêtes ont été effectués pour identifier les stations de pêche existant sur la rivière N'djili entre le quartier Debonhomme et son affluent dans le fleuve Congo. Les enquêtes réalisées ont consisté à des entretiens ouverts, semi-structurés, menés auprès de la population cible, à l'aide d'un questionnaire préétabli de type direct et semi-directif. Les questions ont premièrement abordées les caractéristiques sociodémographiques des pêcheurs notamment le genre, l'âge, le niveau d'instruction et la durée totalisée dans la pêche dans la rivière N'djili dans le but d'évaluer le niveau des connaissances de ces derniers sur la présence des déchets plastiques dans cette rivière. Deuxièmement, elles ont permis d'acquérir les informations sur les impacts négatifs des déchets plastiques sur l'activité de la pêche pratiquée dans cette rivière.

Piégeage et récolte des macroplastiques dans la rivière : Une ligne imaginaire traversant la rivière a été tracée sur la rivière à l'aide d'un mètre ruban au niveau de chaque site d'échantillonnage. Un filet (mailles de 50 mm) artisanal de 50 m de long et de 5 m de

hauteur traversant la rivière aux deux rives était posé pendant 2 à 3 heures afin de piéger les macroplastiques transitant dans la colonne d'eau. Le recours à une pirogue a été nécessaire pour poser et relever le filet lors du piégeage

des macroplastiques. Après échantillonnage, les macroplastiques récoltés ont été gardés dans des sacs plastiques pour leur identification ultérieure.



Figure 2 : Déchets des macroplastiques flottants sur la rivière N'djili (photos Lusasi & Masua, 2021)

Des déchets plastiques ont également échantillonnés au sein de dépôts illégaux trouvés le long des berges. Ils ont été considérés dans cette étude car (i) ces types de déchets sont susceptibles de rejoindre la rivière N'djili sous l'influence du vent de pluies, et (ii) contribuent à la détérioration des berges.

Identification des macroplastiques : La méthode la plus couramment utilisée pour l'identification des macroplastiques est la caractérisation visuelle. Cette technique consiste à identifier les déchets plastiques en s'appuyant sur plusieurs critères tels que : la forme, le type, le stade de dégradation et la couleur. Le recours aux caractéristiques chimiques et physiques est aussi possible pour différencier les déchets plastiques des autres éléments constitutifs de l'échantillon (Roclin,

2015). Pour l'analyse et la classification d'échantillons de macroplastiques récoltés, le recours à la nature du plastique qui compose l'emballage pour déterminer la composition chimique des différentes résines suivant la classification proposée par Frère (2017) a été mis en place pour détecter les différents types de polymères et des polyester (PP, PE, PET, PS, LDPE et PEHD) identifiables par cette technique (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012). Un système de sept codes, numérotés de un (1) à sept (7) a été créé par l'industrie du plastique et, ces chiffres correspondent à des plastiques qui présentent des caractéristiques et propriétés différentes (tableau 1) (Frère, 2017). Ce système se présente sous forme d'un logo triangulaire dénommé « cercle de Möbius » composé de trois flèches présentes sur

l'ensemble des emballages plastiques. Ce symbole et son chiffre donnent des indications sur la nature du plastique qui compose l'emballage.

Tableau 1 : Code de recyclage, composition chimique et utilisation des plastiques

Code	Abréviation	Composition chimique	Utilisation courante
01	PET	Polytéréphtalate d'éthylène	Bouteille
02	HDPE	Polyéthylène haute densité	Emballage Tétra Pak
03	PVC	Polychlorure de vinyle	Tuyau, matériaux de construction
04	LDPE	Polyéthylène basse densité	Sac plastique, emballage
05	PP	Polypropylène	Boite Tupperware, bouchon
06	PS	Polystyrène	Boite de CD, mousse Sagex/Styropor
Autres catégories			
07	PC	Polycarbonate	CDs, DVDs, bouteilles réutilisables,
07	CA	Acétate de cellulose ; Filtres de cigarettes	Extérieur d'appareil électronique
07	AB	Acrylonitrile butadiène-styrene	CDs, DVDs, bouteilles réutilisables

Chaque débris récolté a fait l'objet d'identification en se basant sur les différents types de polymères et des polyesters grâce au cercle de Möbius repris sur chaque emballage plastique avant d'être catégorisé suivant son utilisation comme bien par la population kinoise.

Inventaire des activités anthropiques sur les sites : Les activités anthropiques de chaque site d'étude ont été décrites après des observations directes réalisées lors des visites sur terrain. La nature, l'objet social, les types de déchets rejetés ainsi que les impacts négatifs

de chaque activité anthropique ont été répertoriés.

Traitement et analyse des données : Les données obtenues lors des différentes analyses ont été regroupées suivant leurs catégories suivies du calcul de leur abondance relative en nombre exprimée en pourcentage pour chaque paramètre évalué. Le logiciel Origin 6.1 a été utilisé pour générer les graphiques et la cartographie des sites d'échantillonnage a été dressée avec le logiciel ArcGIS 10.8 à partir des données GPX (longitude et latitude) relevées avec le GPS de marque GARMIN Etrex 30.

RESULTATS

Profil sociodémographique des pêcheurs : Le tableau 2 ci-dessous reprend les résultats sur le profil sociodémographique des pêcheurs

dans la rivière N'djili à Kinshasa entre le quartier Debonhomme et son affluent dans le fleuve Congo.

Tableau 2 : Profil des pêcheurs œuvrant dans le tronçon de la rivière N'djili comprise entre le boulevard Lumumba et le fleuve Congo

Variables	Sites d'étude			Fréquence absolue	Pourcentage
	I	II	III		
Genre					
Masculin	13	26	26	65	93
Féminin	0	2	3	5	7
Total	13	28	29	70	100
Statut matrimonial					
Célibataires	4	10	14	28	40
Mariés	9	15	13	37	53
Divorcés	0	2	1	3	4
Veufs	0	1	1	2	3
Total	13	28	29	70	100
Tranche d'âges (ans)					
18 – 30	7	13	10	30	43
31 – 40	5	11	14	30	43
41 – 50	1	2	3	6	9
51 et plus	0	2	2	4	5
Total	13	28	29	70	100
Niveau d'instruction					
Sans instruction	0	2	2	4	6
Primaire	6	9	11	26	37
Secondaire et humanités	7	17	14	38	54
Supérieur et universitaire	0	0	2	2	3
Total	13	28	29	70	100
Durée dans la pêche (ans)					
1 – 5	2	6	4	12	17
6 – 10	4	9	7	20	29
11 – 15	6	7	9	22	31
16 – 20	1	2	6	9	13
21 – 25	0	4	3	7	10
26 – 30	0	0	0	0	0
30 et plus	0	0	0	0	0
Total	13	28	29	70	100

Il ressort des résultats du tableau 2 ci-dessus que la majorité des personnes qui pratiquent la pêche dans les trois sites prospectés de la rivière N'djili sont des hommes avec 65 individus soit 93% que les femmes avec individus soit 7%. Les rares de femmes rencontrées pratiquent la pêche à l'écopage dans les retenues d'eau formées par les inondations dans les sites II et III. Les résultats

concernant le statut matrimonial révèlent que les mariés avec 37 individus soit 53% et les célibataires avec 28 individus soit 40% sont les plus nombreux des pêcheurs enquêtés. Les divorcés et veufs avec respectivement 4 et 3% sont minoritaires. Concernant la tranche d'âge des pêcheurs, il sied de noter que de manière générale, les enquêtés des tranches d'âge comprises entre 18 et 30 ans ainsi ceux de 31 à

40 ans sont les plus représentatifs avec respectivement 30 individus soit 43%. La plupart des pêcheurs qui exploitent les poissons dans la rivière N'djili dans la partie ciblée par cette étude présentent un niveau d'étude. Les enquêtés de niveau secondaire et des humanités (54%) et ceux qui ont acquis des connaissances primaires (37%) sont majoritaires. Les résultats sur l'ancienneté des enquêtés dans l'activité de pêche montrent que de manière générale, la plupart des personnes

enquêtées pratiquent la pêche depuis plusieurs années. La majorité des pêcheurs (soit 31%) ont totalisé entre 11 – 15 ans suivis de ceux qui ont entre 6 – 10 ans (soit 29%), 1 – 5 ans (soit 17%), 16 – 20 ans (soit 13 ans) et ceux qui ont totalisé entre 21 – 25 ans viennent en dernière position avec 10%.

Types des macroplastiques identifiés : Les différents types des macroplastiques recensés dans les trois sites d'échantillonnage sur la rivière N'djili sont repris au tableau 3.

Tableau 3 : Différents types de macroplastiques identifiés dans la rivière N'djili

Types des plastiques	Sites d'échantillonnage		
	I	II	III
PEHD	+	+	+
PELD	+	+	+
PET	+	+	+
PP	+	+	+
PS	+	+	+
PVC	-	+	+
CA	+	-	+
Autres catégories non identifiés	+	+	+
Total	7+	7+	8+

Légende : - = absence et + = présence

Huit résines plastiques ont été identifiées sur les déchets collectés notamment une catégorie des déchets non identifiés. Toutes les catégories des déchets plastiques identifiés dans cette étude sont signalées sur le site III et sept types de déchets sont répertoriés respectivement sur les sites I et II. Acétate de cellulose est le déchet non identifié au site II

tandis qu'au site I, c'est le polychlorure de vinyle qui n'est pas signalé.

Fréquence relative des déchets plastiques identifiés : La fréquence relative exprimée en pourcentage des différents types des déchets plastiques identifiés dans la rivière N'djili est consignée au tableau 4.

Tableau 4 : Fréquence relative des macroplastiques recensés dans la rivière N'djili

Types des plastiques	Sites d'échantillonnage			Total	Pourcentage
	I	II	III		
PEHD	40	36	53	129	17
PELD	60	54	69	183	24
PET	53	62	71	186	24
PP	31	36	24	91	12
PS	14	19	21	54	6
PVC	0	8	11	19	2

CA	12	0	9	21	3
Autres catégories non identifiés	16	31	48	95	12
Total	226	246	306	778	100

Au total, 778 macroplastiques ont été récoltés et identifiés dont 306 déchets au site III, 246 au site II et 226 autres au site I. Les déchets plastiques de type PET et PELD sont les plus recensés dans les trois sites d'échantillonnage avec respectivement 24% suivis PEHD (17%) et PP (12%). Les résines de types PS (6%), CA

(3%) et PVC (2%) sont observés à des faibles proportions.

Catégories des déchets plastiques identifiés en fonction de leur utilisation : Les différentes catégories des déchets plastiques identifiées dans la rivière N'djili en fonction de leur utilisation par l'homme sont reprises au tableau 5.

Tableau 5 : Catégories des déchets plastiques identifiées dans la rivière N'djili

Catégories des déchets plastiques	Sites d'échantillonnage		
	I	II	III
Bouteilles d'eau de table	+++	++	+++
Bouteilles de boissons gazeuses	+++	+++	+++
Bocaux des produits cosmétiques	++	+	+++
Sacs plastiques (markets)	+	++	+++
Sachets emballages	+++	+++	+++
Fibres synthétiques (files en nylon et mèches)	+++	+++	+++
Flacons médicaments	+	-	++
Liège (frigolites)	++	+	+++
Bidon et débris des bassinets	+	-	++
Seringues	++	-	+
Emballages biscuits, chocolats et bonbons	+++	+++	+++
Pochettes DVD et CD	+	-	+
Tuyaux PVC	-	+	+
Babouche (gomme)	+	-	+
Mousse (éponge)	+	+	+
Chargeurs des téléphones	+	-	+
Téléphone portable	-	-	++
Débris d'ordinateur portable	+	-	-
Assiettes	++	-	+
Gobelets	+	+	+
Brosses à dents	++	-	+
Débris chaises	+	-	-
Fragments des plastiques divers	+++	+++	+++
Autres catégories non identifiés	+	++	+++

Légende : - = absent, + = moins abondant, ++ = abondant et +++ = très abondant

Vingt et quatre catégories des déchets plastiques sont mises en évidence dans les macroplastiques identifiés dans cette étude. Les bouteilles d'eau de table, les bouteilles de boissons gazeuses, les sachets emballages, les fibres synthétiques (files en nylon et mèches), les emballages biscuits, chocolats et bonbons ainsi que les fragments des plastiques divers sont les plus abondants (+++) dans les trois sites d'échantillonnage. Les autres catégories des plastiques sont soit abondants (++), moins abondants (+) ou même absent (-) sur le site.

Impacts des macroplastiques sur la rivière N'djili et la pêche : La majorité des pêcheurs interrogés reconnaissent que la présence des déchets plastiques dans la rivière N'djili constitue un danger pour la pêche artisanale et

la qualité de cet écosystème. La destruction des matériels de pêche (21%) ainsi que la prise massive des déchets plastiques dans les filets et nasses (soit 17%) sont les impacts négatifs prédominants des plastiques sur les activités des pêche dans la rivière N'djili (figures 3 et 4). Les plastiques présentent un danger lié aux inondations à une proportion de 16%, constituent des barrières physiques jusqu'à 13%, perturbent les zones de frayère à 17% et occupent les habitats des poissons à 10%. Les déchets plastiques contribuent à la dégradation de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière N'djili à 8%, étranglent de fois les poissons à 3% et 1% des pêcheurs sont sans avis.

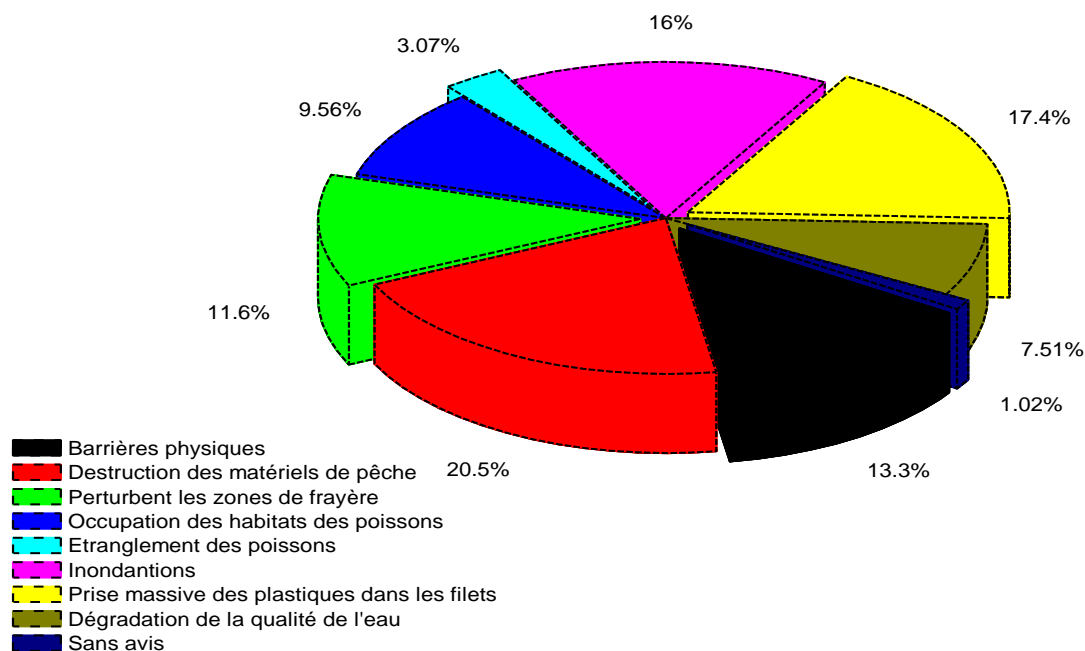


Figure 3 : Impacts des déchets plastiques sur la rivière N'djili et la pêche artisanale



Figure 4 : Pêcheur débarrassant les déchets plastiques accrochés au filet (photo Lusasi & Masua, 2021)

Sources de provenance des déchets plastiques : D'après les points de vue des pêcheurs interrogés dans cette étude, les déchets plastiques recensés dans la partie de la rivière N'djili prospectée proviennent de quatre sources avant de se déverser dans cette dernière. Il s'agit notamment des caniveaux et

égouts (32%), les ménages (29%), les services d'assainissements informels (21%) ainsi que les passagers et vendeurs ambulants (17%) contribuent énormément dans les rejets de ces déchets (figure 5). Une minorité des pêcheurs (1%) sont restés sans avis sur ce point.

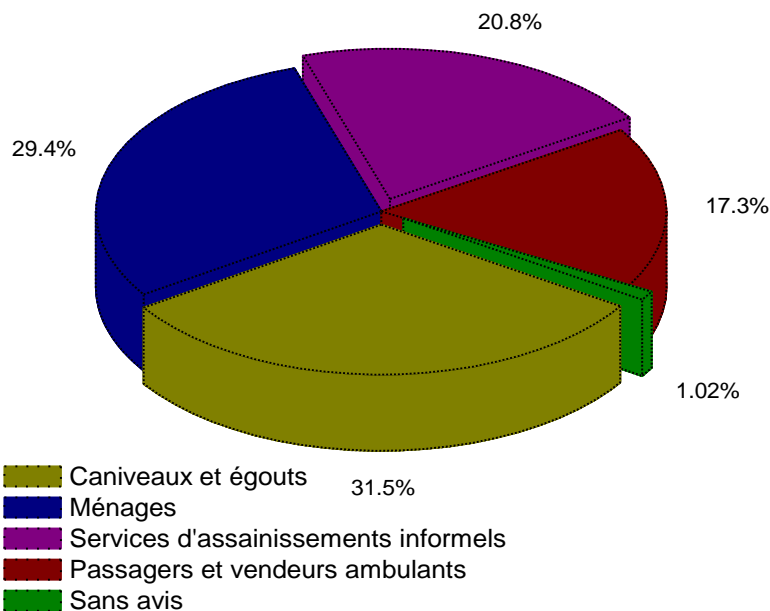


Figure 5 : Différentes sources de déchets plastiques identifiés dans la rivière N'djili

Activités anthropiques : Le tableau 6 reprend les activités anthropiques exercées dans les sites d'échantillonnage dans la rivière N'djili au cours de cette étude.

Tableau 6 : Activités anthropiques réalisées dans les sites d'étude dans la rivière N'djili

Nature de l'activité	Sites d'échantillonnage		
	I	II	III
Dragage du sable	+	+	-
Pêche	+	+	+
Rejet des immondices	+	+	+
Agriculture vivrière	+	+	+
Baignade, lessive et vaisselle	+	+	-
Commerce	-	+	-
Elevage des porcs	-	+	-
Rejets des excréta humains	+	+	+
8	6+	7+	4+

Légende : - = absence et + = présence

Huit (8) activités anthropiques sont menées dans les différents sites d'étude prospectés dans la rivière N'djili. Les immondices (déchets ménagers) sont jetées soit dans les

abords (figure 6) ou directement dans la rivière. Toutes les activités sont observées dans le deuxième site, six activités sont relevées au site I et quatre autres au site III.



Figure 6 : Immondices avec déchets plastiques jetés aux abords (rives) de la rivière N'djili (photos Masua, 2021)

DISCUSSION

Après traitement et analyse des données sur l'impact des déchets plastiques dans les activités de pêche dans la rivière N'djili, les résultats obtenus ont montré que, la majorité des personnes qui pratiquent la pêche dans les trois sites prospectés de la rivière N'djili sont des hommes (avec 65 individus soit 93%) que les femmes avec 5 individus soit 7% qui, pratiquent la pêche à l'écopage (vidage des marres et marigots) dans les retenues d'eau formées par les inondations dans les sites II et III. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Mboponga (2018) ; Matita (2020). D'après

ces auteurs, la pêche est considérée comme une activité réservée aux hommes dans le Pool Malebo. La présence des femmes recensées dans la présente étude est justifiée par la méthode de pêche qu'elles utilisent. Ces dernières prélèvent les poissons par la technique de pêche appropriée aux femmes dans le Pool Malebo : l'écopage (Lusasi *et al.*, 2022) ; une pratique qui demande moins d'effort physique. D'après Masua *et al.* (2020) ; Lusasi *et al.* (2020), les femmes représentent plus de la moitié de la main-d'œuvre parmi les nombreuses personnes qui

travaillent dans la filière pêche et aquaculture, tels que la manutention, la transformation et la vente des poissons. Matita (2020) relève que la prédominance des pêcheurs mariés peut être expliquée dans le sens où ces derniers sont appelés à répondre aux besoins de leurs familles ainsi, ils pratiquent la pêche pour avoir le moyen de vivre et couvrir leurs besoins. De manière générale, les enquêtés des tranches d'âge comprises entre 18 et 30 ans ainsi ceux de 31 à 40 ans ont été les plus représentatifs (42,85% respectivement). La dominance des pêcheurs jeunes dans les activités de pêche serait liée à une économie de la survie (Ntumba, 2012). La majorité des pêcheurs qui exploite les poissons dans la partie ciblée de la rivière N'djili ont présenté un niveau scolaire : les personnes ayant acquises un niveau secondaire et des humanités ont été les plus nombreux (54%). Ces observations confirment que les pêcheurs interrogés sont à mesure de déceler des probables dysfonctionnements dans la filière pêche en rapport avec la présence des déchets plastiques dans les écosystèmes dont ils exploitent. De manière générale, la plupart des pêcheurs interrogés ont présenté une ancienneté dans l'activité de pêche. La majorité des pêcheurs sont expérimentés avec plus de 10 ans d'expérience, ce qui suggère qu'ils ont été témoins de l'évolution de capture de poissons dans cette rivière et des pressions anthropiques dont elle fait l'objet. Concernant les déchets plastiques dans la rivière N'djili, les résultats ont montré la présence de huit principaux types de résines plastiques dont PEHD, PELD, PET, PP, PS, PVC, CA et un autre groupe non catégorisé ont été identifiés. Hormis le PVC et le CA, elles ont été trouvées systématiquement sur tous les sites. Ces résultats sont proches des observations faites par PUK (2008) ; Massain et Jeanniot (2011) ; Kassay (2015) ; ONU-Environnement (2018). Massain et Jeanniot (2011) signalent la présence massive de PEH, PET, PP et PS dans les rues, caniveaux et cours d'eaux de la ville

de Kinshasa. Kassay (2015) relève que les déchets plastiques contribuent à la pollution visuelle dans les quartiers de Kinshasa et contribuent aussi à la dégradation de l'environnement. L'urbanisation rapide et sauvage de celle-ci a causé la détérioration de l'environnement ; l'une de ses conséquences majeurs s'observe dans les communes dites urbano-rurales (Kimbanseke, Kisenso, Makala, Ngaba...) et dans certains quartiers de fortunes (Riflard, Tchad, Mbanza-Lemba, Pakadjuma...) (Kassay, 2015). Ntirumenyerwa (2019) dans son étude fait savoir que les rivières traversant la ville de Kinshasa sont submergées par des bouteilles en plastique, les eaux y coulent que difficilement.

Les déchets plastiques de type PET, PELD, PEHD et PP ont été les plus recensés dans les trois sites d'échantillonnage. Suivant leur utilisation par l'homme, vingt et quatre catégories des déchets plastiques ont été mises en évidence parmi les macroplastiques identifiés au cours de cette étude. Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par Massain et Jeanniot (2011). Ces derniers ont relevé que les bouteilles en plastique, les bouchons de bouteilles, les emballages alimentaires, les sacs plastiques, les couvercles, les pailles en plastique, ... sont des produits couramment utilisés à Kinshasa et dans d'autres villes de la R.D Congo. Ntirumenyerwa (2019) affirme qu'en R.D Congo, les bouteilles d'eau et des boissons non alcoolisées et les emballages des produits alimentaires sont les matières plastiques pionnières contribuant quasiment à la pollution plastique, comme en témoigne la « banquise de bouteilles d'eau en plastique » recouvrant certains cours d'eaux qui traversent la ville de Kinshasa et le fleuve Congo dans sa partie terminale du Pool Malebo à Kinsuka. Les macroplastiques impactent les activités de pêche artisanale des locaux, déjà piégés dans une économie de survie. La destruction de leur matériel de pêche ainsi que la prise massive des déchets plastiques dans les

filets et nasses sont les impacts négatifs les plus récurrents. Sous l'influence de la température, des UV et du vent, les macroplastiques sont capables de se fragmenter en microplastiques, augmentant d'autant plus le risque d'ingestion par les poissons que la taille des particules est petite (Bocquené, 2013 ; Frère, 2017). Les échanges avec les pêcheurs ont aussi révélé que les plastiques présentent un danger lié aux inondations, constituent des barrières physiques pour leurs pirogues, perturbent les zones de frayère et envahissent les habitats des poissons et, certains déchets plastiques (comme les fibres synthétiques) étranglent de fois les poissons. Nos résultats s'accordent avec les observations faites par Massain et Jeanniot (2011) ; Honingh *et al.* (2020). D'après le constat fait par Massain et Jeanniot (2011), les déchets plastiques favoriseraient la propagation de la malaria par le fait que les déchets plastiques bouchent les caniveaux, ce qui cause la stagnation de l'eau et la prolifération des moustiques. Honingh *et al.* (2020) font aussi savoir que l'accumulation de déchets plastiques au niveau des poubelles entraîne une augmentation du niveau de l'eau en amont et peut accroître le risque d'inondation urbaine. Au cours de cette étude, quatre sources de provenance des déchets plastiques présents dans la rivière N'djili notamment les caniveaux et égouts, les ménages, les services d'assainissements informels ainsi que les passagers et vendeurs ambulants ont été mises en évidence. Une fois dans les caniveaux et égouts qui sont connectés avec la rivière N'djili, les eaux de pluies transportent les macroplastiques vers cette dernière. Les ménages et les services d'assainissements informels situés aux environs de cette rivière déversent directement leurs déchets (les plastiques y compris) dans la rivière ou le déposent tout simplement aux abords du cours d'eaux. Le même constat a aussi été fait par Massain et Jeanniot (2011) qui affirment que les déchets plastiques

contribuent aux inondations, au mauvais état des voies de circulation et à l'enclavement des quartiers par le fait que les sachets enfouis dans les caniveaux et environnement rendent le sol imperméable et, l'eau pluviale coule essentiellement sur des caniveaux devenus défectueux ou inexistantes. Lors des fortes pluies, l'eau dévale en rivières se frayant un passage dans les rues, s'infiltre dans les maisons et endommage les revêtements de la voirie. Au total, huit activités anthropiques ont été répertoriées dans les trois sites d'étude prospectés dans la rivière N'djili. De toutes ces activités, le rejet des immondices (déchets ménagers et autres) et des excréments humains ont été observé soit dans les abords ou directement dans la rivière et, cela serait à la base de la présence des déchets plastiques dans la rivière N'djili. Ntirumenyerwa (2019) montre qu'après utilisations, les déchets en plastique sont par la suite jetés un peu partout : le long de la voirie, dans les poubelles, dans les caniveaux et dans les différents écosystèmes aquatiques entraînant ainsi des conséquences fâcheuses sur l'environnement. Kakundika *et al.*, (2019) signalent que les activités agricoles avec l'épandage de fiente qui est appliqué comme un moyen de fertilisation des sols et les activités pastorales y sont exercées à faible échelle en amont de la rivière dans la province du Kongo central. La fiente et les excréments des bétails sont vendus pour des usages agricoles, tandis que les eaux non traitées de lavage des bâtiments d'élevage ruissellent vers la rivière Lukaya (Kakundika *et al.*, 2019). Le tronçon de la rivière N'djili compris entre le quartier Riffaert et le site de captage d'eau de la Régie de Distribution d'Eau (REGIDESO) sur le boulevard Lumumba est localisé dans une zone à forte densité de population (Kakundika *et al.*, 2019). D'après ces derniers, dans cette partie, l'environnement abiotique fait l'objet des mauvaises pratiques environnementales de plusieurs milliers de kinois. Par manque d'un système de collecte et gestion des déchets de tous genres, au cours de

cette étude, des décharges clandestins d'immondices, des points des rejets d'eaux usées domestiques et effluents industriels, des déchets solides ménagers de tous genres et autres pratiques environnementales délétères. Ce qui contribue à la dégradation des caniveaux et égouts qui finissent par être chargés d'immondices dont la plupart deviennent bouchés et dégageant ainsi des odeurs nauséabondes. La pression anthropique intense s'opère surtout du côté de la rive droite de la rivière N'djili ainsi que dans les quartiers Débonhomme et Kingabwa à la rive gauche où la proximité des habitations à la rivière est très perceptible. Des rejets des déchets solides et liquides s'opèrent directement à plusieurs endroits dans cette rivière, mais également dans les voies d'évacuation d'eau débouchant directement ou indirectement dans la rivière (Kakundika *et al.*, 2019). Toutes ces observations confirment que la population et l'environnement subissent des lourds dommages du fait de ces pratiques et de la pollution plastique (Dougueli, 2010). Les dispositions sur la gestion et conservation des

ressources naturelles, la prévention des risques, la lutte contre les pollutions et nuisances sont reprises dans la loi portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement (PNUE, 2019). Les articles 28, 29, 49-52 sont les articles relatifs à la pollution plastique (Journal Officiel de la RDC, Loi n°11/009 du 09 Juillet 2011). L'article 50 de cette même loi interdit toute activité capable de causer la pollution, le risque d'érosion et toute autre forme de dégradation des sols et/ou des sous-sols. La protection des eaux est garantie par l'article 49 interdisant tout type de rejet des déchets ou substances susceptibles de polluer le milieu marin, d'affecter la qualité des eaux de surface, souterraine, continentales ou maritimes, de nuire à leurs ressources biologiques et aux différents types d'écosystèmes et de mettre en danger la santé humaine (Mbalanda, 2006 ; Ntirumenyerwa, 2019). L'application de certaines dispositions des lois accompagnée des mesures appropriées contribuerait tant soit peu à la préservation de l'environnement et de la population.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATSS

Cette étude a eu lieu dans la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo et avait pour objectif d'inventorier les macroplastiques présents dans la rivière N'djili ainsi que leurs impacts dans les activités de pêche artisanale. Les résultats obtenus font état de huit types de macroplastiques : polyéthylène haute densité (PEHD), polyéthylène basse densité (PELD), polytéréphtalate d'éthylène (PET), polypropylène (PP), polystyrène (PS), polychlorure de vinyle (PVC), acétate de cellulose (CA) et un groupe des déchets non catégorisé sont identifiés. Les déchets plastiques de type PET et PELD sont les plus recensés dans les trois sites d'échantillonnage avec respectivement 24% suivis PEHD (17%) et PP (12%). Les bouteilles d'eau de table, les bouteilles de boissons gazeuses, les sachets

emballages, les fibres synthétiques (files en nylon et mèches), les emballages biscuits, chocolats et bonbons ainsi que les fragments des plastiques divers sont les déchets qui ont été les plus abondants dans les trois sites d'échantillonnage. Ces plastiques gênent les pêcheurs dans leur activité en obstruant et détruisant les filets et nasses. Les échantillons avec les pêcheurs ont révélé que les plastiques : (i) présentent un danger lié aux inondations, (ii) constituent des barrières physiques, (iii) perturbent les zones de frayère et (iv) occupent les habitats des poissons. Les déchets plastiques contribuent à la dégradation de la qualité physique (dégradation visuelle) des eaux de la rivière N'djili et étranglent parfois les poissons. Les rejets directs ou indirects via les eaux urbains non traitées des immondices (déchets ménagers et autres) dans

la rivière N'djili serait à la base de la présence des déchets plastiques dans cet écosystème aquatique. Ces résultats soulignent la nécessité de catégoriser davantage les débris plastiques et d'étudier leur devenir en relation avec les changements de taille, y compris leur influence sur le risque de contamination de la chaîne trophique. Dans le souci de préserver les écosystèmes aquatiques du pays et leurs

ressources ainsi que la santé de la population Congolaise en générale et Kinois en particulière, les autorités politico-administratives de la ville sont appelées à adopter et faire appliquer les textes des lois qui devront régir la participation de toute la population à l'hygiène et à la protection de l'environnement urbain.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les pêcheurs ouvriers le long de la rivière N'djili dans les sites concernés par cette étude pour leur appui lors de la récolte des macroplastiques ainsi que

pour leur coopération lors des échanges sur les impacts de ces déchets dans leur activité de pêche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beauchemin, M., 2015. Microplastiques dans les grands lacs : pistes de réflexion pour des solutions adaptées à la réalité canadienne. Mémoire de Master en Développement Durable, Centre Universitaire de Formation en Environnement. Université de Sherbrooke, Canada, p. 113.
- Dougueli, G. 2010. Présentation de la ville province Kinshasa : Chasse aux sacs plastiques. CSM, ULB in Jeune Afrique, n°2639 du 7 au 13 août.
- Falasi, N.J.R., 2018. Pollution de la rivière N'djili et contraintes de gestion des sols autour du Pool Malebo (cas du site agricole Masina Rail 1/Kinshasa). Mémoire de Master, Université de Liège, Belgique, p. 64.
- FAO., 2017. Les microplastiques dans la pêche et l'aquaculture : Que sait-on ? Faut-il s'inquiéter ? Fisheries and Aquaculture. *Technical Paper 615*. Disponible sur <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>
- Frère, L., 2017. Les microplastiques : une menace en rade de Brest ? Thèse de Doctorat en Biologie Marine, Université de Bretagne Occidentale, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer, France, p. 305.
- Goverse, T. & Bech S., 2011. PNUE annuaire : questions émergentes dans notre environnement mondial. *Programme des Nations Unies pour l'environnement, UNEP Year Book*. Disponible sur http://www.unep.org/yearbook/2011/pdfs/unep_yb_2011_french.pdf.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C. & Thiel, M., 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology*. 46, 3060-3075.
- Honingh, D., Van Emmerik, T., Uijttewaalt, W., Kardhana, H., Hoes, O. & Van de Giesen, N., 2020. Urban River Water Level Increase Through Plastic Waste Accumulation at a Rack Structure. *Front. Earth Sci.* 8:28. doi: 10.3389/feart.2020.00028.
- Journal Officiel de la RDC., 2011. Loi n°11/009 du 09 juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement. 52^{ème} Année, Numéro Spécial, 16 RDC, Art. 1, 2 (alinéas 8, 10, 11, 23, 25, 30), 3, 5-

- 16,26, 28, 29, 37, 39, 49, 50-58, 68-71,76-78 et 84.
- Kakundika, M.J., Musibono, E.D., Saila, I.Y. & Tangou, T.T., 2019. Facteurs environnementaux dégradants des cours d'eaux urbains : Cas de la rivière N'djili à Kinshasa (RDC). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 27, 3, pp. 818-830.
- Kassay, N.I.J., 2015. La gestion des déchets plastiques à Kinshasa : un autre défi environnemental à relever dans la conception des villes durables. *Environnement, changement climatique et sécurité alimentaire*, 5, pp. 131-154.
- Katalayi, M.H., 2014. Urbanisation et fabrique urbaine à Kinshasa. Thèse de Doctorat en Géographie, Ecole Doctorale Montaigne Humanites (ed 480), UMR 5115, LAM (Les Afriques dans le Monde), p. 533.
- Luboya, J-D.K.M., 2002. Etude systémique du bassin versant de la rivière N'djili à Kinshasa. Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures, Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, R.D Congo, p. 219.
- Lusasi, S.W., Kavumbu, M.S., Munganga, K.C., Manikisa, I., Mbomba, N.B. & Pwema, K.V. 2022. Contribution à la connaissance de la diversité ichtyologique et mode exploitation de poissons *Schilbeidae* (*Siluriformes*) dans le Pool Malebo (fleuve Congo), R.D Congo. *European Scientific Journal*, ESJ, 18 (30), 178. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n30p178>.
- Lusasi, S.W., Manza, K.R., Bipendu, M.N., Munganga, K.C., Kavumbu, M.S., Gafuene, N.G. & Pwema, K.V., 2020. Analysis of the ichtyological composition of smoked fish sold in the Liberté and Gambela markets in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Agricultural Science*, 2, 2, pp. 69-79. <https://doi.org/10.30560/as.v2n2p69>.
- Massain, J.C. & Jeanniot, D., 2011. Recyclage des sachets plastiques à Kinshasa : Un projet d'ingénieurs sans frontières (ISF) Belgique. Coopérant ISF, Kinshasa, R.D. Congo et ISF, Bruxelles, Belgique, p. 5.
- Masua, T.B., Lusasi, S.W., Munganga, K.C., Wumba, M.P., Kavumbu, M.S. & Pwema, K.V. 2020. Inventory of fresh fish marketed in the markets of Kinshasa in the Democratic Republic of Congo (case of the Gambela and Matete markets). *International Journal of Applied Research*, 6(4) : 102-108.
- Matita, B.C., 2020. Impacts des techniques de pêche sur l'ichtyo faune du fleuve Congo à Kinshasa, R.D. Congo : cas de stations de Kinkole, Kingabwa et Apollo. Travail de Fin de Cycle en Sciences Biologiques, Université de Kinshasa, R.D Congo, p. 42.
- Mbalanda, K.P., 2006. Recueil des textes juridiques en matière environnementale en République Démocratique du Congo. *IIè éd. Revue et augmentée, avocats verts, Kinshasa*, p. 89.
- Mboponga, L.J.D., 2018. Impacts des méthodes de pêche sur l'ichtyofaune du Pool Malebo (fleuve Congo) : cas des stations de pêche de Kinkole et Kinsuka. Mémoire de Licence en Sciences de l'Environnement, Université de Kinshasa, R.D Congo, inédit, p. 43.
- Meijer, J.J.L., Tim Van, E., Ruud van der Ent. <https://orcid.org/0000-0001-5450-4333>, Schmidt, C. & Lebreton, L., 2021. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic

- emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18) : 1-13. eaaz5803.
- Ndembo, J.L., 2009. Apport des outils hydrogéochimiques et isotopiques à la gestion de l'aquifère du Mont Amba (Kinshasa/République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Académie d'Aix Marseille- Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p. 203.
- Ngongo, M., Ranst, E.V.A.N., Baert, G., Lenge, E.K., Verdoodt, A., Mujinya, B.B. & Mukalay J., 2009. Guide des Sols en R.D Congo. Tome I : Etude et Gestion. UGent, HoGent, UNILU (Ed.), p. 282.
- Ntirumenyerwa, B.P.M., 2019. Combattre la pollution plastique en République Démocratique du Congo: les défis des récentes réglementations en la matière. IUCN WCEL International, Regional and National Reports, p. 11.
- Ntumba, A.J., 2012. Ressources halieutiques dans l'économie verte du Pool Malebo : Etat de la question. Mémoire de Licence en Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, R.D Congo, Inédit, p. 32.
- ONU Environnement., 2018. Notre Planète est étouffée par la pollution plastique. Disponible sur <https://www.unenvironment.org/interactive/beat-plastic-pollution/fr/>.
- ONU., 2014. Stratégie 2014-2020: Delivering as one on water related issues. *UN Water Publications*. Disponible sur http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/UN-ater_Strategy_2014-2020.pdf.
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). 2019. Voir l'essentiel des textes juridiques dans le Registre des textes internationaux et autres accords dans le domaine de l'environnement : Codes et lois du Congo belge. In Piron P. & Devos J., 1959. Supplément aux codes congolais : Législation de la République Démocratique du Congo (1960-1970). Fascicule III, Matières sociales et économiques.
- PUK (Programme d'Assainissement de Kinshasa)., 2008. Salubrité publique en RD Congo : la note stratégique sur le recyclage des déchets plastiques à Kinshasa. Disponible sur <http://www.digitalcongo.net/article/54039>.
- Roclin, L., 2015. Les microplastiques en milieu marin : supports de contaminants chimiques, Étude bibliographique. Mémoire de Master en Ecologie-Environnement Spécialité Toxicologie de l'environnement, Université du Maine – Le Mans, IFREMER, France, p. 62.
- Smith, M.D., 2014. Environmentalists drawing a bead on microplastics. In Ottawa Citizen. Local News. Disponible sur <http://ottawacitizen.com/news/local-news/environmentalists-drawing-a-bead-on-microplastics>.