



Rev. Cong. Sci. Technol.

Revue Congolaise des Sciences & Technologies

ISSN: 2959-202X (Online); 2960-2629 (Print)

<https://www.csnrdc.net/>

OPEN ACCESS

REVUE
CONGOLAISE
DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES

Etude de la dynamique d'occupation du sol du système lacustre Ilodi dans la province du Kwango, République démocratique du Congo

[Study of land use dynamics of the Ilodi lake system in the Kwango province, democratic Republic of Congo]

Rigobert Zola Lunga^{1,4*}, Cush Luwesi Ngonzo², Bonaventure Nyami Lele¹, Carmel Manzanza Kifukieto³, Roger Vumilia Kizungu¹, Ruffin Nsielolo Kitoko⁴, Yves Aseke Lukuke¹, Doudou Mayaka Kintu¹, Génie-spiro Lutonadio¹ & Patience Mpia Ngelikoto⁵

¹ Ecole Régionale de l'Eau (ERE) & Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC), BP 117 Université de Kinshasa (UNIKIN), RD Congo

² African University of Management and Technologies, AUMT-Congo-Brazzaville et Ecole Régionale de l'Eau, Université de Kinshasa

³ Laboratoire de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo

⁴ Université du Kwango, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 41 KIN 1, République Démocratique du Congo

⁵ Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Kinshasa, République Démocratique du Congo

Résumé

Cette étude analyse la dynamique d'occupation du sol et la diversité floristique du système lacustre Ilodi, situé dans la province du Kwango (RDC), afin d'en déterminer les changements environnementaux intervenant dans les systèmes lacustres tropicaux au niveau local. La méthodologie a combiné la télédétection multi-temporelle (images Landsat 7 et 9), les Systèmes d'Information Géographique, et des inventaires floristiques réalisés sur le terrain entre 2000 et 2022. Les résultats révèlent une perte significative de la végétation arborée, passée de 79,6 ha en 2000 à 29,7 ha en 2022, soit un changement négatif de -0,6, tandis que les formations savaniques ont progressé de +0,3. L'indice de végétation par différence normalisée varie de 0,28 à 0,36, traduisant une activité photosynthétique modérée à forte dans certaines zones, alors que l'indice de teneur en eau atteint 0,2 en 2022, indiquant une extension du plan d'eau. Douze espèces végétales lacustres ont été recensées, dominées par les Araceae, notamment *Lasimorpha senegalensis* et *Anchomanes difformis*. Ces changements reflètent la forte pression anthropique et la variabilité climatique affectant les petits systèmes lacustres tropicaux. Elle constitue ainsi une référence pour la surveillance environnementale et la gestion concertée des zones humides.

Mots clés: Lac Ilodi, télédétection, dynamique du sol, diversité floristique.

Abstract

This study analyzes land use dynamics and floristic diversity in the Ilodi lake system, located in Kwango Province (DRC), in order to determine the environmental changes occurring in tropical lake systems at the local level. The methodology combined multi-temporal remote sensing (Landsat 7 and 9 imagery), Geographic Information Systems, and field-based floristic inventories from 2000 to 2022. Results reveal a significant decline in tree vegetation, from 79.6 ha in 2000 to 29.7 ha in 2022, a negative change of -0.6, while savanna formations expanded by +0.3. The Normalized Difference Vegetation Index ranged from 0.28 to 0.36, indicating moderate to high photosynthetic activity in certain areas, whereas the Normalized Difference Water Index reached 0.2 in 2022, reflecting an expansion of the water surface. Twelve lacustrine plant species were identified, dominated by Araceae such as *Lasimorpha senegalensis* and *Anchomanes difformis*. These results highlight the strong anthropogenic pressure and climatic variability impacting small tropical lake systems. It thus provides a scientific baseline for environmental monitoring and participatory management of wetland ecosystems.

Keywords: Ilodi lake, remote sensing, land use dynamics, floristic diversity

*Auteur correspondant: Rigobert Zola Lunga, (rigobertlunga@gmail.com). Tél. : (+243) 81 76 22 894

 <https://orcid.org/0009-0002-5388-2353>; Reçu le 08/12/2025; Révisé le 07/01/2026 ; Accepté le 28/01/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i1.223>

Copyright: ©2026 Lunga et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

La qualité de l'environnement dans les systèmes lacustres est une préoccupation socio-économique et politique ayant des impacts sur la qualité de vie et le développement local. La fragilité des espèces végétales et ichtyofauniques, les sécheresses et les multiples pressions qu'elles subissent constituent autant de préoccupations environnementales communes qui ne cessent de tarauder les esprits des chercheurs et des décideurs. Un système lacustre est dynamique et évolue lentement avec le temps, le climat, et sous l'effet des activités anthropiques du bassin versant. (Dhaher, 2022 ; Bélizal et al., 2017). Les systèmes lacustres sont des réservoirs de la biodiversité et fournissent des services d'alimentation, de reproduction, de soutien et de régulation des microclimats (Ramsar, 2008). Les précipitations et la température atmosphérique sont influencées localement par les phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration qui les caractérisent (Charleyne, 2011 ; Hong et al., 2004).

Les espèces végétales du littoral et même celles des côtes lacustres, participent de diverses manières dans la régulation et stabilité du cycle de l'eau dans un système (Leesu, 2023). Cependant, ces espèces sont soumises à de perturbations les plus diverses en raison de la spécificité de leur fonctionnement physique. En constante évolution, certaines sont destinées à se combler à long terme (Ouali, 2016 ; Girel, 1986). Faute d'une végétation littorale adéquate, les trouées occasionnées par les activités anthropiques, les eaux de lessivage des terres agricoles, chargées de divers effluents et déchets, ont des effets non négligeables sur les milieux lacustres, notamment l'ensablement et la pollution des eaux souterraines (Kone et al., 2009). Le système lacustre Ilodi regorge une diversité floristique non négligeable et procure des biens et des services écosystémiques diversifiés. Ce système contient plusieurs zones de frayère, de nourrissage et sert d'habitats pour de nombreuses espèces ichtyofauniques et végétales tant littorales que côtières. Les aires contributives de ce bassin sont convoitées principalement pour l'agriculture, la carbonisation et l'exploitation artisanale du bois d'œuvre. La méconnaissance de la dynamique d'occupation du sol ainsi que la composition des ressources importantes pour la vie lacustre compromettent non seulement la durabilité du lac Ilodi mais aussi la stabilité de son bassin versant.

La dynamique d'occupation du sol se rapporte aux différentes utilisations du sol dans le système

lacustre. Elle est évaluée en fonction de la qualité de la couverture du sol, c'est-à-dire le ratio des surfaces non couvertes et couvertes par la végétation côtière et autre. Elle renseigne sur le niveau de la dégradation du système, les milieux occupés par les eaux et l'anthropisation du milieu naturel. On conçoit donc qu'outre les multiples campagnes de terrain, la télédétection par sa nature synoptique, répétitive et multispectrale, est un outil potentiellement intéressant pour cette analyse systémique (Djouadar, 2022 ; Girel, 1986). Ainsi, l'étude se propose de répondre à la question principale ci-après : quels sont les changements environnementaux importants au sein des petits systèmes lacustres tropicaux ? Les questions spécifiques se rapportant à cette recherche sont les suivantes : (1) Quelle est la composition floristique actuelle du système lacustre Ilodi ? (2) Quelles sont les principaux changements et occupations du sol dans ce système lacustre ?

Cette recherche repose sur l'hypothèse de base selon laquelle, la détermination des principales couvertures des terres et la dynamique d'occupation du sol contribueraient à la compréhension des changements environnementaux locaux. Les hypothèses spécifiques testées dans ce cadre sont : (1) la végétation actuelle du système lacustre Ilodi serait dominée par les espèces végétales littorales et côtières non identifiées ; (2) le recours à la télédétection et le système d'information géographique permettrait de déterminer la dynamique d'occupation du sol et les changements environnementaux dans la zone pendant la période d'étude. Le but poursuivi est de contribuer à la connaissance approfondie des changements environnementaux dans les systèmes lacustres tropicaux au niveau local. Pour atteindre cet objectif général, l'étude se focalise sur trois objectifs spécifiques notamment : (1) identifier les ressources floristiques du système lacustre Ilodi ; (2) inventorier les couvertures des terres et occupations du sol dans la zone d'étude ; (3) analyser les changements environnementaux dans les états de surface de ce système lacustre.

2. Matériels et Methodes

2.1. Présentation du milieu d'étude

Le système lacustre Ilodi se trouve à Mabaka, dans la province du Kwango, en République Démocratique du Congo. Il est situé entre 016°53'22" de longitude Est et 05°06'02" de latitude S. L'altitude varie entre 560 et 700,1 mètres avec un climat de type Köppen Aw3. Les sols sont en général constitués de

sable du type Kalahari (Adriaens, 1957 ; Bridge, 1974 ; Frescol, 1984 dans Lunga, 2017 ; Zenga et al., 2012), avec la présence des sols argilo-sablonneux et sablo-humifère autour du lac Iloidi.

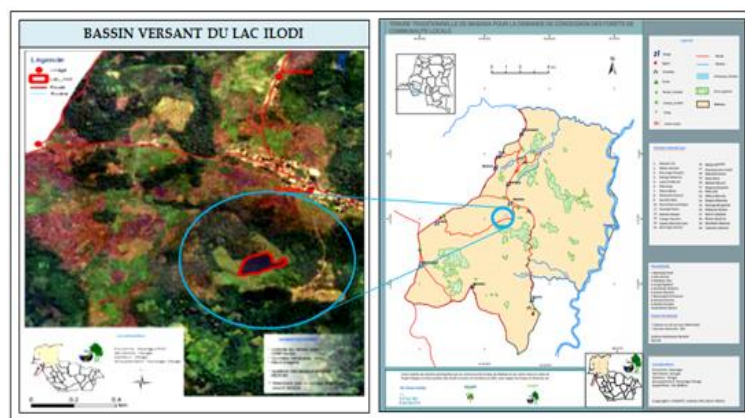


Figure 1. Localisation du système lacustre Iloidi
Source : (Lunga, 2023 ; CAGDFT, 2021)



Figure 2. Photographie du lac Iloidi (Lunga, 2022)

La végétation de ce système lacustre est hétérogène et pluri-strate. On note la présence d'une savane et une galerie forestière secondaire de basse altitude, source des bois d'œuvre, bois d'œuvre, de construction, de carbonisation et de nombreux PFNL, à côté d'une végétation littorale et holoplanctonique. Les espèces dominantes appartiennent aux familles des *Phyllanthaceae*, *Moraceae*, *Aptandraceae*, *Fabaceae*, *Salicaceae*, et quelques *Poaceae* de sous-bois.

2.1. Justification et choix du site

Le choix du lac Iloidi résulte d'une double préoccupation scientifique et environnementale. D'une part, le système lacustre Iloidi représente un écosystème typique des petits lacs tropicaux du Kwango, à la fois riche en biodiversité et fortement vulnérable aux pressions anthropiques (déforestation, agriculture sur brûlis, carbonisation, exploitation artisanale du bois d'œuvre). Malgré son importance écologique et socio-

économique pour les communautés locales, il n'avait fait l'objet d'aucune étude scientifique approfondie sur la dynamique d'occupation du sol et la composition floristique.

D'autre part, ce système illustre les défis environnementaux croissants auxquels sont confrontées les zones humides de la République Démocratique du Congo : perte de couvert végétal, dégradation des habitats aquatiques, modifications hydrologiques liées au changement climatique. L'étude du lac Iloidi s'inscrit donc dans une démarche exploratoire et de référence, visant à fournir des données de base essentielles pour la compréhension, la gestion et la valorisation durable des petits systèmes lacustres tropicaux du Kwango.

2.3. Collecte des données

La collecte des données a combiné la méthode de terrain et la télédétection. L'identification des ressources floristiques a permis de fournir une liste d'espèces végétales du système lacustre sous étude. Elle s'est basée principalement sur la méthode de terrain (inventaire floristique itinérant, collecte d'échantillons et identification des spécimens).

Ces spécimens ont été examinés sur place et comparés à des fiches et clés d'identification fournies par Gillet & Pâque. (1910) Plantes principales de la région de Kisantu; Gillet. (1927) Catalogue des plantes du Jardin d'Essais de la Mission de Kisantu; De Wildeman. (1934) Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo-belge ; Flore d'Afrique Centrale ; Drachoussoff. (1947) Essai sur l'agriculture indigène au Bas-Congo; Renier. (1948) Flore du Kwango; Compère. (1970) Carte des sols et de la végétation du Congo, du Rwanda et du Burundi - Ch. 25 Bas-Congo; Daeleman & Pauwels. (1983) Notes d'ethnobotanique Ntandu (Kongo) et Pauwels (1993) Nzayilu N'ti. Les noms locaux ont été donnés par la communauté locale et les noms scientifiques et vernaculaires ont été validés en recourant aux travaux antérieurs réalisés par les auteurs cités ci-haut.

La prédominance des espèces végétales a été évaluée par la méthode qualitative basée sur l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet. Un coefficient (de 1 à 5) a été attribué à chaque espèce en fonction de sa présence et son recouvrement. L'évaluation s'est basée sur la délimitation de la zone d'étude en quadrat, l'identification visuelle et le comptage des espèces présentes dans le quadrat,

l'estimation du recouvrement de chaque espèce et l'attribution d'un coefficient sur l'échelle d'abondance-dominance.

Pour la collecte des données à distance (télédétection), les images satellitaires ont été téléchargées grâce aux plates-formes <https://earthexplorer.usgs.gov>, GeoEye, Getmapping et le site de la NASA, en appui aux campagnes de terrain à l'aide du GPS Garmin 64sx, des applications OSMTraker, UTM GéoMap et Flegt watch. D'autres sources des données (Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGP et la communauté des utilisateurs SIG) ont été consultées.

2.2. Analyse des données

Les coordonnées géographiques collectées sur le terrain ont été transférées dans le logiciel QGIS 3.24.2 pour créer les shapefiles et générer le modèle numérique de terrain (MNT). Le raster obtenu a permis de délimiter la zone et produire les différentes cartes du système lacustre. Les caractéristiques des images satellites utilisées se trouvent dans le [tableau 1](#) ci-dessous.

Tableau 1. Caractéristiques des images Landsat utilisées

Image	Date	Bandes utilisées	Longueurs d'ondes	Résolution	Path and Row
Landsat ETM 7	09/07/2000	B3 (R), B4 (PIR), B5 (MIR)	0,630-0,680µm 0,845-0,885µm 1,560-1,660µm	30m	182063
Landsat ETM 7	22/08/2010	B3 (R), B4 (PIR), B5 (MIR)	0,630-0,680µm 0,845-0,885µm 1,560-1,660µm	30m	182063
Landsat 9 OLI-TIR	24/09/2022	B4 (R), B5 (PIR), B6 (MIR)	0,630-0,680µm 0,845-0,885µm 1,560-1,660µm	30m	182063

Les différentes images obtenues ont été corrigées géométriquement afin de combler les vides des rayures sur l'image du 22/08/2010 du capteur Landsat 7. Pour ce faire, la classification supervisée avec maximum de vraisemblance faisant recours à l'algorithme « fill Nodata » du logiciel QGIS 3.24.2 a été utilisée, suivie de la composition colorée pour ressortir une seule image. La combinaison de ces trois bandes avec le spectre Rouge, Vert et Bleu a suivi la méthode définie par [Kpedenou et al., \(2016\)](#) comme présenté dans le [tableau 1](#) ci-haut, relatif aux caractéristiques de chaque bande combinée par type d'image.

2.5. Détection des changements

L'évolution spatio-temporelle de chaque classe d'occupation du sol du système lacustre a été évaluée à travers une série de transformations ensemblistes. La relation entre la même classe à deux dates différentes a permis d'extraire les zones « stable », de « régression »

et de « progression » dans ce système. S1 étant la superficie d'occupation du sol à la date 1 et S2 la superficie de ces mêmes classes pour la date 2 ([Kpedenou et al., 2016](#)). La détection des changements des superficies au sein des différentes classes d'occupation du sol dans le temps et l'espace ont été déterminés respectivement par les équations (1) proposées par la FAO et Bernier ([Avakoudjo et al., 2014](#) ; [Kpedenou et al., op.cit.](#)).

$$Tg = \frac{S2 - S1}{S1} * 100 \quad (1)$$

Avec :

S1 : surface d'une classe d'unité de surface à la date t1 ;
S2 : superficie de la même classe d'unité de surface à la date t2.

$$Tc = \frac{\ln S2 - \ln S1}{(t2 - t1) \ln e} * 100 \quad (2)$$

ln : logarithme népérien ;
e : base des logarithmes népériens (e=2,7182) ;
Tc : Taux de changement au fil de temps
Tg : Taux de changement global

Les valeurs positives renseignent une progression de la superficie de la classe pendant la période d'étude. Les valeurs négatives par contre, indiquent la perte de superficie d'une classe entre deux dates. Les valeurs proches de zéro expriment une stabilité relative de la classe pour les deux périodes.

a. Indice des différences normalisées des végétaux

L'indice de végétation par différence normalisée (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) est un indice sans dimension dont sa valeur est comprise entre -1 et +1. Les valeurs négatives correspondent aux surfaces autres que la végétation, comme l'eau, la neige ou les nuages, pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge ([Holben et al., 1981](#)). Il correspond au rapport de la différence entre la réflectance dans le proche infrarouge (PIR) et dans le rouge (R), sur la somme des deux ([Rouse et al., 1973](#) ; [Gausman, 1985](#) ; [Lutonadio, 2020](#)). Sensible à la vigueur de croissance et à la qualité de la végétation, il a été utilisé en relation avec la signature spectrale de la végétation littorale et côtière. La formule utilisée est la suivante :

$$NDVI = \frac{(PIR - R)}{(PIR + R)} \in [-1, 1]$$

b. Indice de Différence de teneur en eau Normalisée

L'indice de différence de teneur en eau Normalisée (Normalized Difference Water Index, NDWI) est calculé à partir des infrarouges moyens et proches infrarouges puis corrélé au contenu en eau de la végétation ([Gao, 1996](#)). Le NDWI de McFeeters est

formé à partir des canaux verts, proche infrarouge, et est utilisé pour identifier les surfaces occupées par les eaux. Le plus souvent, le NDWI est positif dans le cas de surfaces d'eau libre et négatif dans les autres cas, vu que l'eau possède un pic d'absorption dans le MIR, par rapport aux zones urbaines (Xu, 2006). Le NDWI est ainsi calculé à partir cette formule :

$$NDWI = \frac{(PIR - MIR)}{(PIR + MIR)} \in$$

3. Resultats

Les résultats présentés portent sur la composition floristique du système lacustre Ilodi, la dynamique d'occupation du sol, la végétation par différence normalisée ainsi que la différence de teneur en eau Normalisée au sein de ce système entre 2000 et 2022.

3.1. Dynamique d'occupation du sol du système lacustre Ilodi

La dynamique d'occupation du sol pour les périodes d'étude est présentée ci-dessous (figure 3). Cette figure montre l'évolution et le comportement des principales couvertures de terres et occupations du sol dans ce système lacustre pendant la période d'étude.

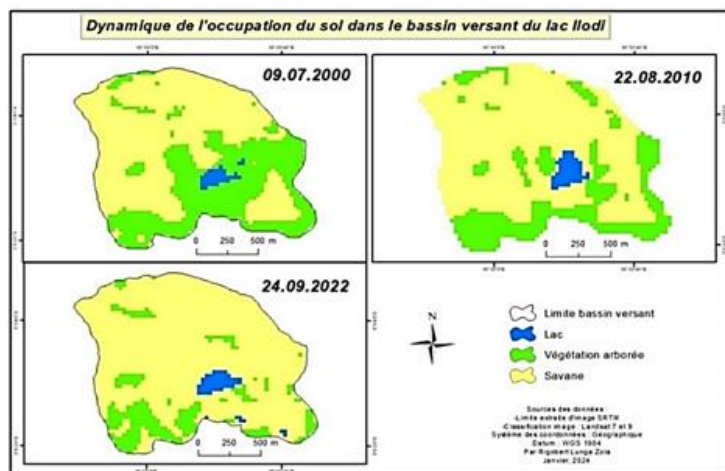


Figure 3. Dynamique de l'occupation du sol

3.1. Evolution des superficies et classification des écosystèmes

Le tableau III ci-dessous donne la classification des principaux écosystèmes du système sous étude et les changements de superficie observés entre 2000 et 2022.

Tableau III. Classification des principaux écosystèmes et changement de superficie

Périodes	2000		2010		2022	
Classe	Nombre de pixels	Superficie (ha)	Nombre de pixels	Superficie (ha)	Nombre de pixels	Superficie (ha)
Lac	42	3,7	62	5,5	62	5,5
Végétation arborée	885	79,6	627	56,4	331	29,7
Savane	1426	128,3	1664	149,7	1960	176,4
Total		211,7		211,7		211,7

3.2. Changement de superficie en pourcentage par classe et par année d'étude

La détection de changement dans le tableau 4 ci-dessous a permis de déterminer l'évolution des superficies des classes d'occupation du sol entre différentes périodes d'étude.

Tableau IV. Détection de changement par classe et par année d'étude

Période	2000		2010		Tg	2022		Tg	Tg
Classe	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	(2000-2010)	Superficie (ha)	%	(2010-2022)	(2000-2022)
Lac	3,7	1,7	5,5	2,6	0,4	5,5	2,6	0	0,4
Végétation arborée	79,6	37,6	56,4	26,6	-0,2	29,7	14	-0,4	-0,6
Savane	128,3	60,6	149,7	70,7	0,1	176,4	83,3	0,1	0,3
Total	211,7	100	211,7	100		211,7	100		

3.3. Différences normalisées des végétaux (NDVI)

La figure 4 ci-après présente les valeurs de l'indice des différences normalisées des végétaux (NDVI) de la zone d'étude entre 2000 et 2022

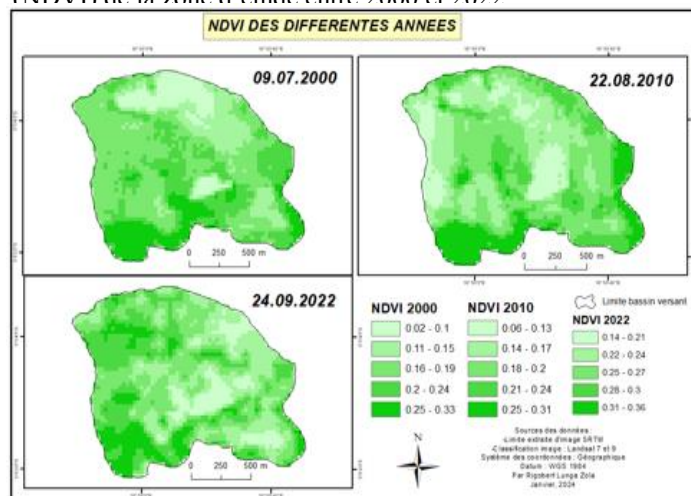


Figure 4. NDVI du système lacustre Ilodi entre 2000 et 2022

3.4. Différence de teneur en eau normalisée (NDWI)

La figure 5 ci-dessous présente les valeurs de l'indice de teneur en eau normalisée de la zone d'étude.

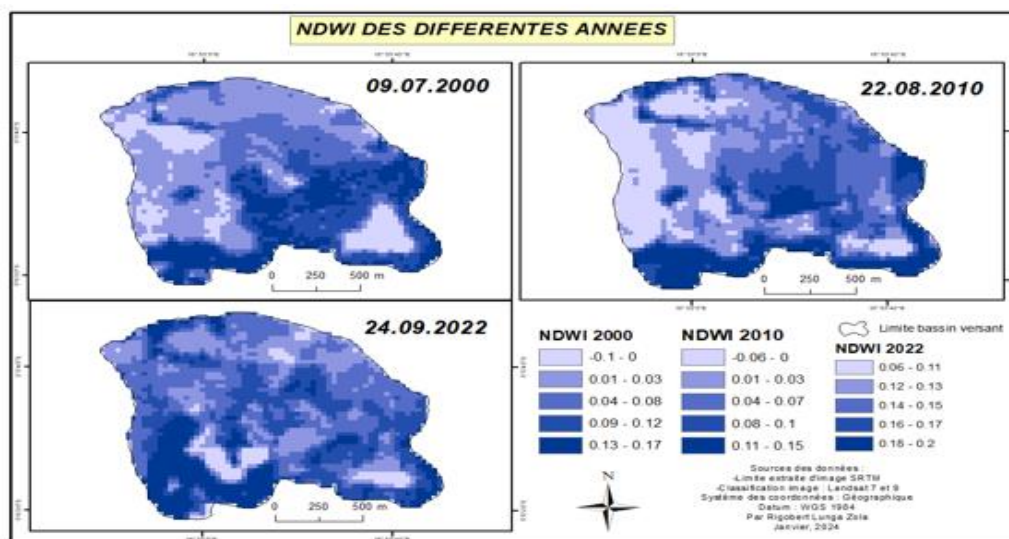


Figure 5. NDWI du système lacustre Iloidi entre 2000 et 2022

3.6. Indice standardisé de précipitations et d'évapotranspirations (SPEI)

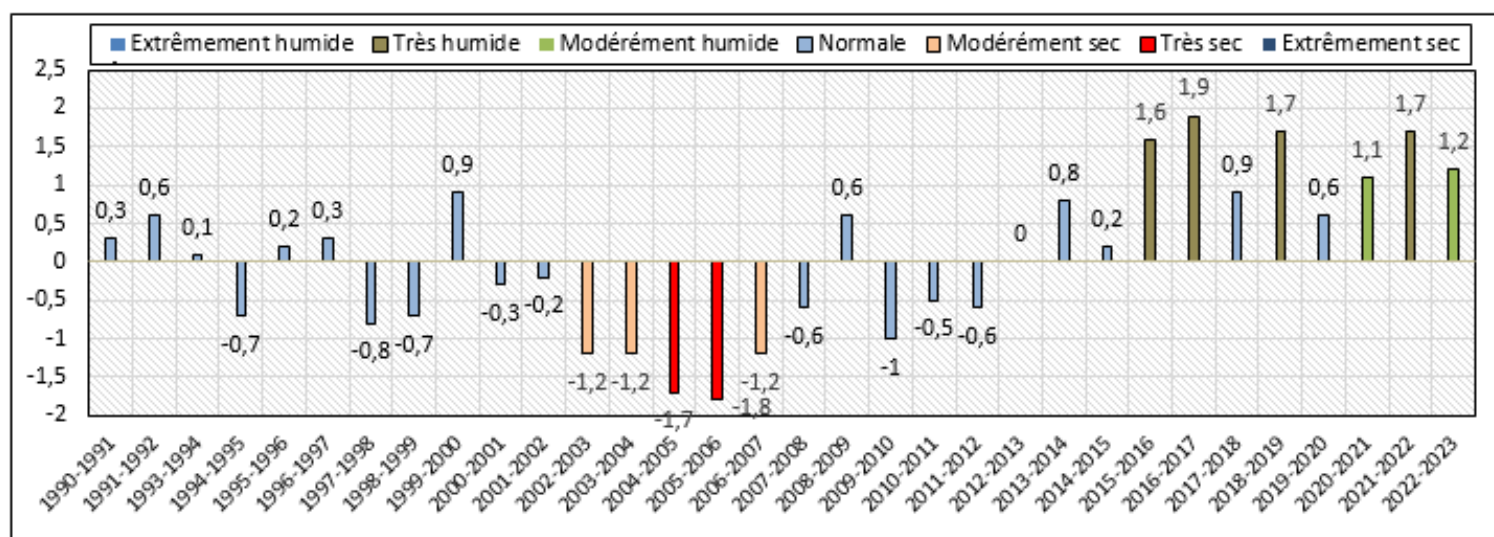


Figure 5. Fluctuations annuelles du SPEI

La figure 5 ci-dessus présente l'évolution de précipitations et d'évapotranspirations (SPEI 9 mois) au fil de temps dans le bassin du lac Iloidi pour une période allant de janvier 1990 à décembre 2022. Ainsi, les périodes de sécheresse hydrologique sévère se sont manifestées entre 2005 et 2006. Par contre, les périodes allant de 2013 à 2022 ont été soit modérément soit très humides.

Tableau V. Espèces végétales du système lacustre Ilodi

N°	Nom scientifique	Nom vernaculaire (Kiyaka)	Famille	Genre	Distribution Phytogéographique (DP)	Type Biologique (TB)	Type de diaspore (TD)	Type Foliaire (TF)	Type morphologique	Habitat	A-D	Références de la classification
1.	<i>Alstonia congensis</i>	Mungomangoma	Apocynaceae	Gentianales	GC	McPh	Pog	Méso	A	Zones littorale et côtière	1	Gillet, 1927 ; Renier, 1948 ; Keay, 1989 ; Ambougou, 1991 ; Konda Ku Mbuta <i>et al.</i> , 1992 ; Pauwels, 1993 ; Katende et al., 1995 ; Neuwinger, 2000.
2.	<i>Anchomanes difformis</i>		Araceae	Alismatales	GC	mG	Sar	Méga	Hvi	Zone côtière	5	Burkill, 1985; Mayo, 1985; Peters <i>et al.</i> , 1992; White et Abernethy, 1997; Bown, 2000; Neuwinger, 2000; Kibungu Kembelo, 2003; Vande weghe, 2004.
3.	<i>Eichhornia crassipes</i>	Kongo ya sika	Pontederiaceae	Commelinales	Pan	Hydf	Plé	Méso	Hvi	Zone littorale	4	Renier, 1948; Duke, 1983; Gopal, 1987; Burkill, 1997; Lindsey et Hirt, 1999; Vande weghe, 2004; Wilson <i>et al.</i> , 2007.
4.	<i>Ipomoea aquatica</i>	Mbalambala	Convolvulaceae	Solanales	Pan	Phgr	Plé	Méso	Hvi	Zone littorale	1	Renier, 1948 ; Busson, 1965 ; Crane, 1975 ; Konda Ku Mbuta <i>et al.</i> , 1992 ; Grubben, 2004 ; van Wyk, 2005 ; Biloso et Lejoly, 2006.
5.	<i>Kotschyia ochreata</i>		Fabaceae	Fabales	Pan	Mph	Aut	Méso	Arb	Zone côtière	2	Irvine, 1961 ; Burkill, 1995 ; African Plant Database 3.4.0 (consulté le 14 mai 2024).

6.	<i>Lasimorpha senegalensis</i>	Kilodi	<i>Araceae</i>	<i>Alismatales</i>	GC	Hydf	Plé	Na	Hvi	Zones littorale et côtière	5	Gillet et Pâque, 1910 ; De Wildeman, 1934 ; Burkill, 1989 ; Konda Ku Mbuta <i>et al.</i> , 1992 ; Bown, 2000 ; Neuwinger, 2000 ; Kibungu Kembelo, 2003.
7.	<i>Leptactina liebrechtsiana</i>	Kitshiamuna	<i>Rubiceae</i>	<i>Gentianales</i>	GC	Hydf	Sar	Méso	Hvi	Zone côtière	2	Renier, 1948 ; Daeleman et Pauwels, 1983 ; Pauwels, 1993 ; Nsimunde, 2004.
8.	<i>Ludwigia abyssinica</i>		<i>Onagraceae</i>	<i>Myrtales</i>	GC	Hydf	Desm	Nano	Hvi	Zones littorale et côtière	3	Staner et Boutique, 1937 ; Taton, 1967 ; Williamson, 1975 ; Akobundu et Agyakwa, 1987 ; Burkill, 1997 ; Neuwinger, 2000 ; van den Burg, 2004.
9.	<i>Nephrolepis biserrata</i>		<i>Nephrolepidaceae</i>	<i>Polypodiales</i>	AT	Nph	Desm	Méso	Hvi	Zone côtière	2	De Wildeman, 1909 ; Bouquet, 1969 ; Konda Ku Mbuta <i>et al.</i> , 1992 ; Lawalrée, 2000 ; Vandeweghe, 2004 ; Termote, 2012 ; Fundiko, 2015 ; Konda Ku Mbuta <i>et al.</i> , 2015a et 2015b
10.	<i>Nymphaea lotus</i>	Kilongalunga	<i>Nymphaeaceae</i>	<i>Nymphaeales</i>	GC	Hydf	Plé	Méso	Hvi	Zone littorale	4	Gillet et Pâque, 1910 ; De Wildeman, 1934 ; Staner et Boutique, 1937 ; Renier, 1948 ; Hauman, 1951 ; Busson, 1965 ; Arkinstall, 1979 ; Daeleman et Pauwels, 1983 ; Akobundu et Agyakwa, 1987 ; Fichtl et Adi, 1994 ; Burkill, 1997 ; Kibungu Kembelo, 2003.
11.	<i>Rhynchospora corymbosa</i>	Mawengi wengi	<i>Cyperaceae</i>	<i>Poales</i>	Pan	Grh	Desm	Micro	Hvi	Zone côtière	3	Renier, 1948 ; Burkill, 1985 ; Akobundu et

												Agyakwa, 1987 ; White et Abernethy, 1997.
12.	<i>Tristemma leiocalyx</i>	Nsa mamba	<i>Melastomataceae</i>	<i>Myrtaes</i>	AT	NPh	NPh	Micro	H	Zone côtière	2	Renier, 1948 ; Wickens, 1975 ; Stevens, 2011.
Légende												
H	Herbe		Grh	Géophytes rhizomateux		Desm	Desmochore					
A	Arbre		Hy	Hydrophytes		Plé	Pléiochore					
Hvi	Herbe vivace		Aut	Autochores		Sar	Sarchochore					
Arb	Arbuste		Mg	Mégagéophytes		Na	Nanophylles					
Pan	Pantropicales		Nph	Nanophanérophytes		Micro	Microphylles					
AT	Afro-tropicales		Mcph	Microphanérophytes		Méso	Mésophylles					
GC	Guinéo-congolaises		Scl	Sclérochore		Méga	Mégaphylles					
						A-D	Abondance - Dominance					

Echelle de Braun-Blanquet (A-D) :

1 : recouvrement inférieur à 5%

2 : recouvrement entre 5% et 25 %

3 : recouvrement entre 25% et 50 %

4 : recouvrement entre 50% et 75 %

5 : recouvrement supérieur à 75 %

4. Discussion

Les résultats de la présente étude mettent en évidence une dynamique d'occupation du sol marquée par une régression notable de la végétation arborée et une progression de la savane au sein du système lacustre Ilodi. Entre 2000 et 2022, la superficie de la végétation arborée a diminué de près de 50 hectares, soit un taux global de changement négatif de -0,6, alors que les formations savaniques ont progressé de 0,3. Ces tendances s'inscrivent dans la logique des transformations écologiques observées dans d'autres bassins versants tropicaux soumis à une pression anthropique croissante (Geist & Lambin, 2001 ; De Wasseige et al., 2012). L'expansion des savanes au détriment des formations boisées pourrait être attribuée à la déforestation, à l'agriculture sur brûlis, à la carbonisation et à l'exploitation artisanale du bois d'œuvre. Des activités largement documentées dans le Kwango et ailleurs en Afrique centrale.

Ces changements structuraux du couvert végétal ont des conséquences écologiques majeures. La diminution du couvert arboré entraîne une réduction de la capacité du système à réguler le cycle hydrologique, à limiter le ruissellement et à stabiliser les berges. Elle favorise ainsi l'érosion et l'ensablement du lac, modifiant la qualité et la disponibilité de l'eau (Koné et al., 2009). Ces altérations impactent la biodiversité aquatique et terrestre, compromettant les fonctions de reproduction, de frayère et de nourrissage essentielles aux communautés ichthyofauniques. L'analyse du NDVI révèle une légère amélioration de l'activité photosynthétique entre 2000 et 2022 (valeurs maximales de 0,33 à 0,36), ce qui témoigne de la résilience partielle de certaines zones végétalisées du bassin. Toutefois, cette stabilité relative masque la dégradation progressive des formations arborées denses, au profit d'une végétation herbacée plus clairsemée. Ces résultats corroborent ceux observés dans d'autres études menées sur les systèmes lacustres tropicaux soumis à la variabilité climatique et à la pression anthropique (Dhaher, 2022 ; Lutonadio, 2020).

Le NDWI, quant à lui, indique une augmentation de la surface occupée par l'eau en 2022, avec un indice atteignant 0,2. Cette expansion du périmètre mouillé pourrait être liée à l'intensification des précipitations récentes, confirmée par l'évolution positive du SPEI entre 2013 et 2022. Ces conditions humides, documentées par le CRREBaC lors des épisodes d'inondations de 2021 à 2023, illustrent la sensibilité

du lac Ilodi aux variations climatiques régionales et aux fluctuations hydrologiques saisonnières. La diversité floristique identifiée, dominée par les Araceae (*Lasiorhiza senegalensis*, *Anchomanes difformis*), souligne le rôle écologique clé de ces espèces dans la stabilisation des berges et la régulation biogéochimique des eaux littorales. Leur abondance constitue un indicateur de la relative intégrité écologique du système, bien que la fragmentation du paysage menace la durabilité de ces formations. Ces observations rejoignent celles de Leesu (2023) et Girel (1986) sur la valeur bioindicatrice des macrophytes lacustres dans l'évaluation de la qualité écologique des zones humides. Les données générées constituent une base pour la modélisation spatiale prédictive des changements d'occupation du sol, applicable à d'autres systèmes lacustres à travers la RDC. En les intégrant dans un réseau de suivi, il serait possible d'élaborer un indice de vulnérabilité écologique pour les lacs du Kwango.

5. Conclusion

Cette étude a permis d'analyser la dynamique d'occupation du sol et la diversité floristique du système lacustre Ilodi sur une période de 22 ans (2000–2022). Les résultats obtenus mettent en évidence une régression significative de la végétation arborée (-0,6), une progression de la savane (+0,3), une extension du périmètre aquatique (NDWI = 0,2 en 2022), et une activité photosynthétique soutenue dans certaines zones (NDVI jusqu'à 0,36). Ces transformations traduisent la forte pression exercée par les activités humaines et les aléas climatiques sur ce système lacustre fragile. Elles appellent à la mise en œuvre de politiques intégrées de gestion durable des petits lacs tropicaux, associant restauration écologique, planification de l'occupation du sol et participation communautaire.

La valorisation du lac Ilodi devrait ainsi s'inscrire dans une démarche écosystémique, mobilisant à la fois la recherche scientifique, les autorités locales et les communautés riveraines. Les résultats obtenus par télédétection et inventaires floristiques ne se limitent pas qu'à un diagnostic scientifique, ils offrent une base solide pour orienter les décisions politiques, planifier des interventions de restauration et impliquer les communautés locales dans la gestion durable de ce système lacustre.

Remerciements

Nous remercions le Professeur Raphael Tshimanga Muamba, Directeur de l'Ecole Régionale

de l'Eau (ERE) de l'Université de Kinshasa et Directeur du Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC) qui nous a soutenu à travers le laboratoire du CRREBaC ; Nos remerciements s'adressent également à l'Observatoire Satellitaire des Forêts d'Afrique Centrale (OSFAC) pour avoir mis à notre disposition les images satellitaires de la zone d'étude.

Financement

Cette étude n'a pas bénéficié d'un financement pour sa réalisation et sa publication

Conflit d'intérêt

Les auteurs certifient qu'aucun conflit d'intérêt, direct ou indirect, n'est en lien avec la réalisation et la diffusion de cette publication.

Considérations d'Ethique

Cette étude a été conduite dans le strict respect des principes éthiques, en veillant à l'intégrité scientifique, à la confidentialité des informations recueillies et au consentement éclairé des parties prenantes.

Contribution des auteurs

R.Z.L : Conceptualisation de l'étude, élaboration de la méthodologie, et rédaction originale du manuscrit.

C.L.N: supervision générale des travaux, collecte des données, et validation finale de la version publiée.

B.N.L : Relecture critique, supervision de la collecte des données, enrichissement intellectuel du contenu, et mise en forme du manuscrit.

C.M.K: corrections linguistiques, administration du projet de recherche et gestion des ressources matérielles et financières

R.V.R : analyse statistique et interprétation des résultats

R.K.N: Relecture critique et interprétation des résultats d'inventaires multiresources

Y.A.L : diversité ichthyofaunique, identification des espèces aquatiques et coordination des échanges entre les auteurs

D.M.K: contribution à la méthodologie et mise en forme du manuscrit

G-S.K.L: Analyse diachronique, traitement des images satellites et interprétation

P.M.N: Relecture critique, enrichissement intellectuel du contenu sur la gestion du lac et dynamique

ORCID Des Auteurs

Cush L.N : <https://orcid.org/0000-0001-7224-6737>

Bonaventure N.L: <https://orcid.org/0009-0007-0427-1130>

Carmel M.K: <https://orcid.org/0009-0001-8882-2273>

Roger V.K: <https://orcid.org/0000-0002-1051-6890>

Ruffin K.N: <https://orcid.org/0009-0002-5380-7783>

Yves A.L: <https://orcid.org/0009-0008-4359-0481>

Doudou M.K: <https://orcid.org/0009-0005-3984-3544>

Génie-spiro L.K: <https://orcid.org/0000-0003-1132-2462>

Patience M.N : <https://orcid.org/0009-0002-2484-6740>

Références bibliographiques

- Adriaens. (1957). *Recherches sur l'alimentation des populations au Kwango*, in *Bulletin Agricole du Congo belge*, vol. XLII n°2, juin 1951, 7. Place Royale, Bruxelles, 258-259 pp.
- Avakoudjo, J., Mama, A., Toko, I, Kindomihou et Sinsin, B. (2014). Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(6): 2608-2625, Déc. 2014. ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631. 18 p.
- Bélizal, E., Fourault-Cauët, V., Germaine, M-A. & Temple-Boyer, E. (2017). *Géographie de l'environnement*, Paris, A. Colin, Coll. Portail, 276 p.
- Beolens, Watkins & Grayson. (2009). *The Eponym Dictionary of Reptiles*. Johns Hopkins University Press, p. 1-296.
- CAGDFT. (2021). *Rapport de la cartographie participative à Mabaka, province du Kwango en RDC. Centre d'Appui à la Gestion Durable des Forêts Tropicales*, CAGDFT, 2021, 40 pages.
- Charleyne, B. (2011). *Gestion des zones humides du domaine Skiable de Ménuires*, Isara-Lyon 69364 Lyon CEDEX 07, pp 1, volume 82 p.
- Compère, P. (1970). *Carte des Sols et de la Végétation du Congo, du Rwanda et du Burundi – Ch. 25 Bas-Congo. Publications de l'Institut National*

- pour l'étude agronomique du Congo (INEAC) Bruxelles, 55 p.
- Daeleman, J. et Pauwels, L. (1983). *Notes d'ethnobotanique Ntandu (Kongo)*. Musée Royal de l'Afrique Centrale - Tervuren, Belgique. p. 151 – 255.
- De Wildeman, E. (1934). *Documents pour l'Etude de l'Alimentation Végétale de l'Indigène du Congo Belge*. L'Académie Royale de Belgique. 263 pp.
- Dhaher, N. (2022). Changements environnementaux et espaces urbains littoraux méditerranéens : qualité de ville, qualité de vie », Appel à contribution, *Calenda*, Publié le jeudi 09 juin 2022, <https://calenda.org/1000964>
- Djoudar, H. (2022). Forage, techniques et procédés. Direction Adjointe des Enseignements, Diplômes et Formation Continue. *Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique*, Algérie. 48 p.
- Drachoussoff, V. (1947). Essai sur l'agriculture indigène au Bas-Congo. *Bull. Agricole du Congo belge*, 38 (3 & 4) : p. 474 – 582, 787 – 880.
- Forel, F.-A. (1880). *Températures lacustres. Recherches sur la température du lac Léman et d'autres lacs d'eau douce*. Deuxième série. Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève, 4 : 89- 106.
- Gao. (1996). Un indice différentiel normalisé pour la télédétection de l'eau liquide et de la végétation depuis l'espace. *Télédétection de l'environnement*, volume 58, numéro 3, décembre 1996, pages 257-266. [http://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](http://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3).
- Gausman, H.W. (1985). *Plant leaf optical properties invisible and near-infrared light*. Texas Technical Press, Lubbock, Texas, 78p.
- Geist H. & Lambin, E. (2001). *What Drives Tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*, (LUCC Report Series; 4). Louvain, Editions Luc, 136 pages. ISSN : 1138-7424.
- Geist, H. & Lambin, E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52:143–150.
- Gillet, J. & Pâque, E. (1910). Plantes Principales de la Région de Kisantu. Leur nom indigène, leur nom scientifique, leurs usages. *Annales du Musée du Congo Belge, Botanique*, Série v. 120 pp.
- Gillet, J. (1927). *Catalogue des Plantes du Jardin d'Essais de la Mission de Kisantu*. Bruxelles, 166 pp.
- Girel, J. (1986). Télédétection et cartographie à grande échelle de la végétation alluviale : exemple de la Basse Plaine de l'Ain. *Docun. Carto. Ecol.* 29, chap. 3, Univ. Grenoble.
- Holben, B. and Justice, C.1981. Ane xamination of spectral band rationing to reduce the topographic effect on remotely sensed data. *International journal of remote sensing*, vol.2, n°2, p.115-133.
- Hong, S., Dudhia, J. & Chen, S. (2004). A revised approach to ice microphysical processes for the bulk parameterization of clouds and precipitation, *Monthly Weather Review*, 132: 103-120. <https://earthexplorer.usgs.gov> (consulté le 22 janvier 2024).
- Koné, M., Bonou, L. et Bouvet, Y. (2009). Etude de la pollution des eaux par les entrants agricoles : Cas de cinq zones d'agriculture intensive du Burkina Faso. *Sud Sciences et Technologies*, 17, 6-15.
- Kpedenou, K., Boukpepsi, T. & Tchamie, T. (2016). Quantification des changements de l'occupation du sol dans la préfecture de Yoto (Sud-Est Togo) à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat. *Revue des Sciences de l'Environnement*, vol. 13, n° 1, p. 37-156.
- Leesu. (2023). L'étude du fonctionnement des écosystèmes lacustres. Publié le 14 janvier 2011, mis à jour le 16 octobre 2021 à 09h29min. Laboratoire Eau Environnement Système Urbain
- Lunga, Z. (2017). Environmental impacts of caterpillars *Cirina forda* (Westwood) gathering modes on *Erythrophleum africanum* species in the chiefdom Pelende-North in the D.R. Congo. Volume 5, number 1, March 2017. 61-69 p. Congo Sciences, ACASTI and CEDESURK Online Journal. ISSN : 2410-4299.
- Lunga, Z. (2024). *Analyse de la dynamique des petits systèmes lacustres du Bassin du Congo dans le contexte des changements environnementaux : Cas du Bassin du lac Ilodi dans la province du Kwango, RDC (2000-2022)*, 2023. Inédit, 132 pages. (Mémoire de Master/DEA en Ressources en Eau, spécialisation Eau et Environnement, Ecole Régionale de l'Eau, UNIKIN).
- Lutonadio, K. (2020). *Développement de l'indice agrégé de vulnérabilité pour gérer le nexus climat-eau-migrations-conflits dans le Bassin du Congo : Cas des bassins versants de la partie Nord-Est de la République Démocratique du Congo*. [Mémoire DEA, UNIKIN, 2020. 78 p.]
- Mauvais, G. (1929). Les pêches de Bondelles dans le lac de Neuchâtel pendant l'été 1929. — Bulletin

-
- suisse de pêche et de pisciculture. — Décembre 1929
- Murphy, P., Purvis, I., Lindsay, D., LeNeindre, P. & Poinson, P. (1994). Les mesures du tempérament sont hautement répétables chez les moutons mérinos et certaines sont liées au comportement maternel. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 20, 247 – 250.
- Ouali, D. (2016). *Aspects non standards en analyse fréquentielle régionale des variables hydrologiques* (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique), 295 pages.
- Pauwels, L. (1993). *Nzayilu N'ti - Guide des Arbres et Arbustes de la Région de Kinshasa - Brazzaville*. Jardin Botanique national de Belgique. 495 pp.
- Ramsar. (2008). *Fiche Descriptive (FDR) sur les zones humides du Ngiri-Tumba-Maindombe*. Ramsar, Janvier 2008, 108 pages.
- Renier, M. (1948). Flore du Kwango : Cryptogames vasculaires – Gymnospermes monocotylées – dicotylées apétales, 3 volumes, tome, Page 185 pages.
- Rouse, J., Haas, R., Schell, J. & Deering, D. (1973). Surveillance des systèmes de végétation dans les grandes plaines avec ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Actes du 3^{ème} symposium sur les satellites de technologies des ressources terrestres, *Greenbelt*, 10-14 décembre, SP-351, 309-317.
- Xu, H. (2006). Modification de l'indice d'eau par différence normalisée (NDWI) pour améliorer les caractéristiques des eaux libres dans l'imagerie de télédétection. *Revue internationale de télédétection*, 27, 3025-3033. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160600589179>.
- Zenga, J., Omasombo, J., Guillaume L., M'pene, Z., Zana, M., Edwine S., Joris, K. & Mohamed L. (2012). Kwango, Le pays des Bana Lunda. Musée royal de l'Afrique centrale, 2012, Levenssesteenweg 13 B-3080. Tervuren ISBN 978-2-8710-6605-7. B-1170 Bruxelles.