

Lutte contre la présence de la jacinthe d'eau, marqueur biologique : cas du lac Lagdo, niche de ressources naturelles

Kenn Metou'ou

Ingénieur Halieute/Master II Pro Cartographie, SIG & Télédétection/Professeur de Collèges d'Enseignement Technique et Professionnel en Informatique, Université de Yaoundé I/Ministère des Enseignements Secondaires, Cameroun

Approved: 08 May 2026
Posted: 10 May 2026

Copyright 2026 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Metou'ou, K. (2026). *Lutte contre la présence de la jacinthe d'eau, marqueur biologique : cas du lac Lagdo, niche de ressources naturelles*. ESI Preprints.
<https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2026.p225>

Résumé

Dans le bassin du lac Lagdo, la mise en œuvre du barrage hydroélectrique, la pratique de la pêche artisanale, la pisciculture, l'élevage, l'irrigation et les activités agricoles constituent une forte pression anthropique sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de l'eau de surface, favorisant ainsi de nouvelles conditions écologiques à la prolifération de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) et à l'assèchement du plan d'eau. Pour la modélisation et le suivi des phénomènes environnementaux, la télédétection apporte, grâce à une vision spatialement synoptique et temporellement régulière, une information stable, fiable et à moindre coût sur de grands territoires.

La présente étude s'est concentrée sur trois principales actions. Premièrement l'évaluation multi-temporelle de la superficie du lac Lagdo en utilisant la technique de seuillage appliquée sur les images du capteur Landsat5 et 7, qui a révélé une réduction de la superficie du lac passant de 675 km² en 1987 à 484 km² en 2023 soit une perte de 28%. Ce rétrécissement est remarqué sur le pourtour Est, Sud-Est et Sud-Ouest. Deuxièmement, une évaluation multi-temporelle de l'occupation de la jacinthe d'eau a été faite en calculant l'Indice de Végétation par Différence Normalisée (IVDN) sur les images satellitaires du capteur Sentinel-2A. Cet indice a permis la délimitation de la jacinthe d'eau, qui a montré un taux

d'occupation de 19,05% en décembre 2022, soit une surface de 92,24 km² et en février 2024 un taux d'occupation de 12,38%, soit une surface de 59,95 km². Troisièmement, une évaluation multi-temporelle de la température de la surface en appliquant la méthode simple d'Équation de Transfert Radiatif sur les images du capteur Landsat 7, détermine une valeur minimale de la température de surface à 19,21°C en décembre 2022 et de 22,87°C en décembre 2023.

L'échantillonnage aléatoire des points de la jacinthe d'eau, par rapport à la température de décembre 2022, montre que la température minimum pour l'apparition de la jacinthe d'eau est d'environ 21°C.

Mots clés : Sentinel-2A, échantillonnage aléatoire, seuillage, IVDN

Combating the Presence of Water Hyacinth as a Biological Indicator: The Case of Lake Lagdo, A Natural Resource Hub

Kenn Metou'ou

Ingénieur Halieute/Master II Pro Cartographie, SIG &
Télé-détection/Professeur de Collèges d'Enseignement Technique et
Professionnel en Informatique, Université de Yaoundé I/Ministère des
Enseignements Secondaires, Cameroun

Abstract

In the Lagdo lake basin, the construction of the hydroelectric dam, small-scale fishing, fish farming, livestock rearing, irrigation and agricultural activities are putting considerable anthropogenic pressure on the physico-chemical and biological characteristics of the surface water, creating new ecological conditions for the proliferation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and the drying up of the water body. For modelling and monitoring environmental phenomena, remote sensing provides stable, reliable and low-cost information over large areas, thanks to a spatially synoptic and temporally regular view.

This study focused on three main actions. Firstly, a multi-temporal assessment of the surface area of Lake Lagdo using the thresholding technique applied to Landsat 5 and 7 sensor images, which revealed a reduction in the surface area of the lake from 675 km² in 1987 to 484 km² in 2023, a loss of 28%. This shrinkage can be seen on the eastern, south-eastern and south-western shores. Secondly, a multi-temporal assessment of water hyacinth occupation was carried out by calculating the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) on satellite images from the Sentinel-2A sensor. This index was used to delimit the water hyacinth, which showed

an occupancy rate of 19.05% in December 2022, i.e. an area of 92.24 km², and an occupancy rate of 12.38% in February 2024, i.e. an area of 59.95 km². Thirdly, a multi-temporal assessment of the surface temperature by applying the simple Radiative Transfer Equation method to Landsat 7 sensor images, determines a minimum surface temperature value of 19.21°C in December 2022 and 22.87°C in December 2023.

Random sampling of water hyacinth points, in relation to the temperature in December 2022, shows that the minimum temperature for the appearance of water hyacinth is around 21°C.

Keywords: Sentinel-2A, Random sampling, thresholding, NDVI

Introduction

L'évolution de l'environnement est le résultat de deux phénomènes simultanés : la variabilité du climat qui influe sur les changements à long terme et l'action des sociétés humaines qui utilisent et aménagent les ressources et les milieux naturels (*Tissot et al., 2005*). Dans le bassin du lac Lagdo, la mise en œuvre du barrage hydroélectrique, la pratique de la pêche artisanale, la pisciculture, l'élevage (bovin), l'irrigation et les activités agricoles (culture du riz, culture du coton, culture maraîchère, culture de l'arachide, ...) constituent une forte pression anthropique sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques de l'eau de surface. La pollution des milieux aquatiques entraîne la modification des paramètres abiotiques et biotiques du milieu. Cette dernière est caractérisée d'une part, par une apparition et une prolifération d'espèces qui affichent des affinités pour des conditions particulières et, d'autre part, par une disparition plus ou moins rapide d'une partie ou de la totalité du peuplement initial (*Verneaux, 1973*). La variabilité climatique serait à l'origine de la réduction des superficies des plans d'eau (*Sylvestre et al., 2012*). Les nouvelles conditions en qualité d'eau du lac Lagdo, ont entraîné une présence quasi permanente de la jacinthe d'eau. Le cycle de développement de cette dernière est fonction des variations saisonnières et des différents facteurs environnementaux (*Mama et al., 2011*). L'envahissement du lac Lagdo par la jacinthe d'eau a atteint son paroxysme en novembre 2022, et sa prolifération est devenue un sérieux problème environnemental et socio-économique dans la zone du lac Lagdo. Elle laisse entrevoir des inconvénients majeurs tels que : la colonisation des rives du lac et des chenaux d'irrigation ; les difficultés d'accès aux abords du lac pour l'alimentation en eau des populations et l'abreuvement du bétail ; l'obstruction des débarcadères pour la pêche ; le pourrissement des tiges et envasement, entraînant l'altération de la qualité de l'eau ; la réduction de l'activité du barrage hydroélectrique. Aux vues de l'ampleur de l'occupation

de la jacinthe d'eau dans le lac Lagdo, de nombreuses stratégies de lutte ont été entreprises à l'instar de la lutte manuelle qui est présentement mise en place. Cependant, cette technique s'avère insuffisante puisqu'elle n'empêche pas une réapparition de la jacinthe d'eau (*Ranarijaona et al., 2013*). Par ailleurs, elle favorise la dispersion de celle-ci et dégrade l'environnement (*Dagno et al., 2007*). Aujourd'hui, grâce aux progrès des capteurs depuis une trentaine d'années, des séries d'images satellitaires sont disponibles pour suivre la relation spatio-temporelle entre la jacinthe d'eau et la température de surface dans le lac Lagdo.

Matériel et méthodes

Présentation de la zone d'étude

Le lac Lagdo est un lac de barrage sur la rivière Bénoué, situé dans la région du Nord Cameroun, ce lac se partage entre deux départements à savoir le Mayo Rey et la Bénoué, plus précisément les arrondissements de Lagdo et de Rey Bouba. Il s'étend entre latitude 08.71N et 09.04N et entre longitude 13.65E et 14.08E. Le lac Lagdo se trouve dans un bassin versant de forme allongée (Indice de Gravinus : $K_G = 2$), de surface 30777 km², de périmètre de 1194 km, d'altitude moyenne de 465,55m (figure 1).

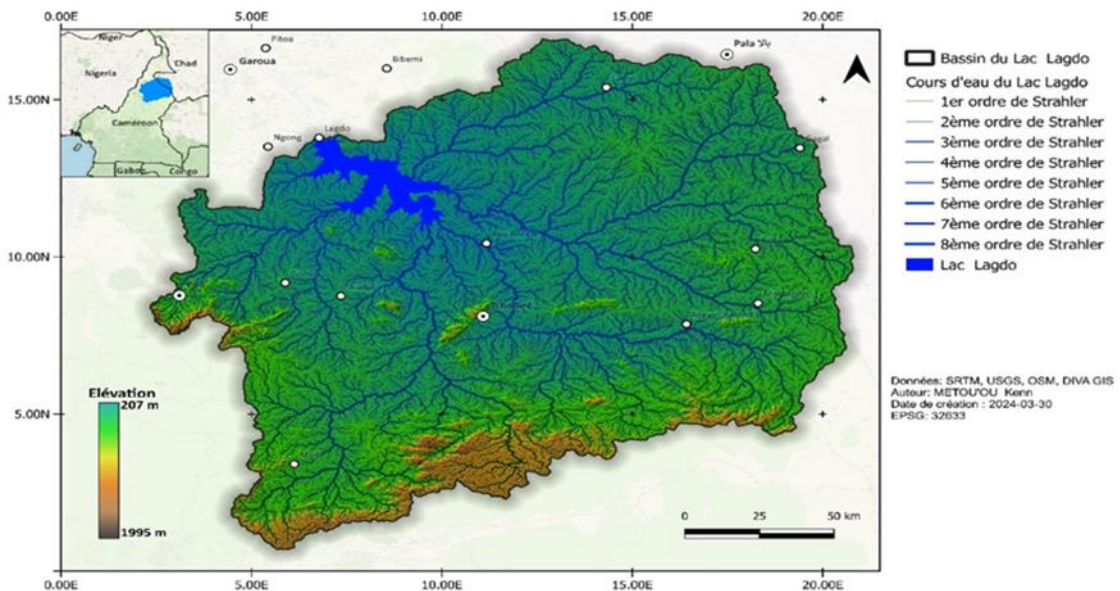


Figure 1 : Localisation du lac Lagdo dans son bassin versant

Evaluation de la superficie

L'approche temporelle de suivi du changement de la superficie du lac Lagdo, nous a conduit à privilégier trois scènes de Landsat. Les trois images

Landsat qui ont été utilisées couvre une période de 36 ans, soit l'image Landsat 5 TM du 20 octobre 1987, Landsat 7 ETM+ du 15 décembre 2008 et l'image Landsat 7 ETM+ du 01 novembre 2023. Nous avons appliqué la méthode de seuillage d'une image (*Shafait et al., 2008*). Pour une bonne caractérisation et exploitation de l'information extrait par seuillage par utilisation du logiciel ENVI 5.6, nous avons migré dans le logiciel ArcGIS 10.8 où nous avons regroupé toutes les valeurs d'occurrences en une couche à l'aide de la fonction Dissolve. Par digitalisation, nous avons obtenu les différentes couches vectorielles.

Intensité de la jacinthe d'eau

La construction de la série temporelle de l'évaluation de l'occupation de la jacinthe d'eau, a été faite à l'aide des images satellitaires provenant du capteurs Sentinel-2A (MSI), qui ont été acquises le 19 décembre 2022, 24 mars 2023 et le 18 février 2024. Ces images ont été sélectionnées premièrement, en raison de leur excellente qualité, les corrections atmosphériques, de terrain et des cirrus sont déjà appliquées. Deuxièmement, leur date d'acquisition est assez proche dans l'année. Pour parvenir aux résultats l'indice spectral NDVI a été utilisé, son emploi est simple et donne de bons résultats. Cet indice normalisé, permettant de générer une image qui isole la couverture végétale, repose sur le contraste des caractéristiques de deux canaux d'un jeu de données raster multispectral : l'absorption du pigment chlorophyllien dans le canal rouge et la haute réflectivité des matières végétales dans le canal proche infrarouge (*Tucker, 1979*). Pour une bonne caractérisation et exploitation de l'information spatiale du produit de NDVI résultant, nous avons délimité la zone d'étude avec la couche vectorielle du lac Lagdo 2023, en effectuant une extraction par masque du module Spatial Analyst d'ArcGIS Desktop 10.8, par la suite nous avons appliqué des couleurs représentatives de l'eau et de la végétation, respectivement le bleu et le vert.

Détermination de la température de surface

Pour la récupération de la température de surface deux images de Landsat 7 ETM+ ont été utilisées, celle du 19 décembre de 2022 et celle du 27 décembre 2023. Ces images ont été sélectionnées en raison de la couverture totale de la zone d'étude en une seule scène.

Prétraitement d'images

Le 31 mai 2003, Landsat 7 ETM+ a connu une panne dans son mécanisme de correction de ligne de balayage. Pour combler ces lacunes, nous avons utilisé les algorithmes d'ajustement radiométrique de

remplissage, à l'aide d'un module complémentaire (landsat_gapfill.sav) du logiciel ENVI.

Traitement d'images

La récupération précise de la température de surface, à partir des données de l'infrarouge thermal dépend des effets atmosphériques, des paramètres du capteur, c'est-à-dire de la plage spectrale et de l'angle de vue, et des paramètres de surface tels que l'émissivité et la géométrie (*Dash et al., 2001*). de nombreux chercheurs ont proposé différentes approches pour la récupération de la température de surface en tenant compte de ces facteurs (*Becker et Li, 1990*). Dans cette étude, nous avons utilisé la méthode simple d'équation de transfert radiatif (*Jiménez-Muñoz et Sobrino, 2003*) pour récupérer la température de surface à partir d'une seule bande TIR. Le premier paramètre calculé est la radiance spectrale, en utilisant la formule suivante :

$$L_{\lambda} = \left(\frac{L_{MAX\lambda} - L_{MIN\lambda}}{QCAL_{MAX} - QCAL_{MIN}} \right) (QCAL - QCAL_{MIN}) + L_{MIN\lambda}$$

où:

L_{λ} = radiance spectrale à l'ouverture du capteur en watts / (mètre carré * ster * μm)

QCAL = la valeur de pixel calibrée quantifiée en DN

$L_{MIN\lambda}$ = la radiance spectrale mise à l'échelle en QCALMIN en watts / (mètre carré * ster * μm)

$L_{MAX\lambda}$ = la radiance spectrale mise à l'échelle en QCALMAX en watts / (mètre carré * ster * μm)

QCALMIN = la valeur minimale du pixel calibré quantifié (correspondant à $L_{MIN\lambda}$) en DN = 0

QCALMAX = la valeur maximale du pixel calibré quantifié (correspondant à $L_{MAX\lambda}$) en DN = 255.

L'étape suivante consiste à calculer la température effective visualisée par satellite du système visuel Terre-atmosphère (température de la surface du sol). En ajoutant -273,15, la conversion de Kelvin en degrés Celsius est effectuée. La formule correspondante est :

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273.15$$

où :

T = température effective au niveau du satellite en Kelvin

K2 = constante d'étalonnage 2 à partir du fichier de métadonnées

K1 = constante d'étalonnage 1 à partir du fichier de métadonnées

L_{λ} = rayonnement spectral en watts/(mètre carré *ster* μm)

Pour obtenir uniquement les valeurs de la température de surface dans le lac Lagdo, nous avons délimité avec la couche vectorielle du lac Lagdo 2023, en effectuant une extraction par masque du module Spatial Analyst d'ArcGIS Desktop 10.8.

Résultats

Evaluation de la superficie

Les données de la superficie révèlent que le lac est passé de 675 km² en 1987 à 484 km² en 2023 soit une diminution de 191 km² équivaut à 28 % de perte. La carte de synthèse de l'évolution de la superficie, réalisée en superposant dans l'ordre des couches de superficie des années 1987, 2008 et 2023 (figure 2), révèle un recul du plan d'eau remarquable sur le pourtour Est, Sud-Est et Sud-Ouest. Des zones où la présence humaine est récurrente et marqué par les activités anthropiques conjointes telles que : l'abreuvement du bétail, l'érosion des berges par l'expansion de l'agriculture, de l'ensablement par les tempêtes de poussières, la dégradation du couvert végétal ripicole, l'irrigation pour la pisciculture, les dépôts minéraux. Dans la partie Sud-Ouest on assiste également au braconnage dans la zone d'intérêt cynégétique du lac.

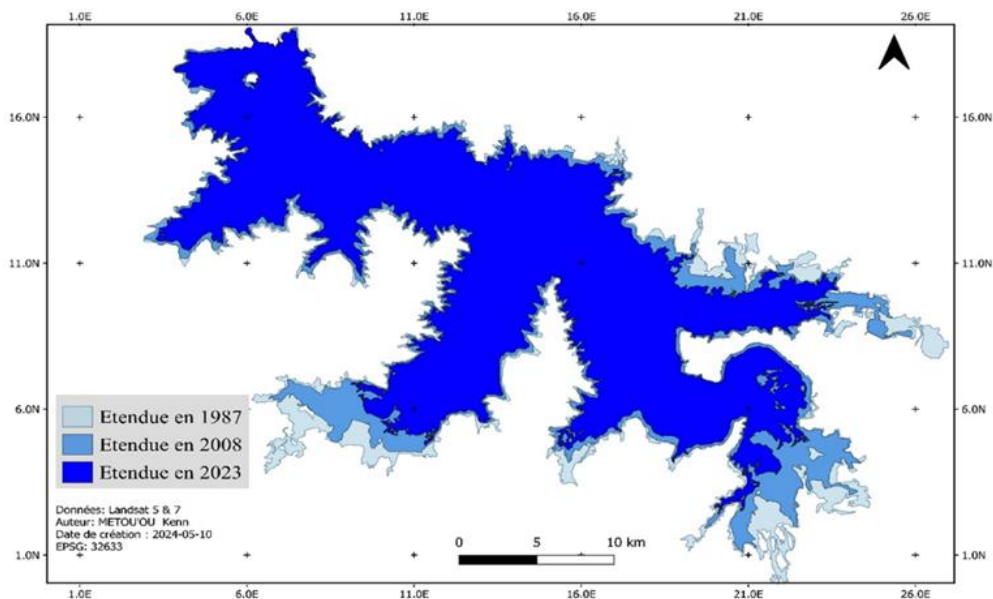


Figure 2 : Carte de synthèse de l'évolution spatiale de la superficie du lac Lagdo pour les années 1987, 2008 et 2023

La prédiction de l'évolution de la superficie en fonction des années, réalisée par l'analyse de régression linéaire simple, met en évidence un très fort coefficient d'explication ($R^2=0,9591$) entre les superficies et années

(figure 3). Il en ressort de cette prédiction, la disparition du lac Lagdo en 2121.

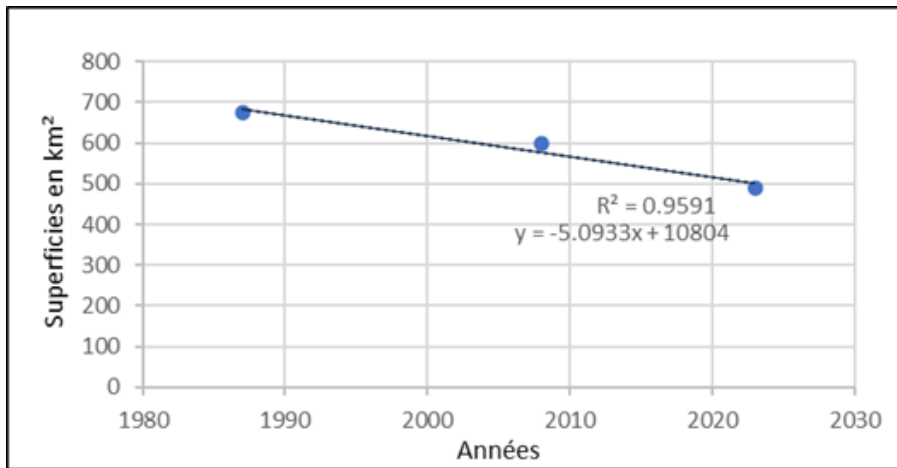


Figure 3 : Régression linéaire simple entre les superficies du lac Lagdo et les années

Intensité de la jacinthe d'eau

Le taux d'occupation de la jacinthe d'eau en décembre 2022 est de 19,05% soit une superficie de 92,24 km², après le premier ramassage, en avril 2023 le taux d'occupation de la jacinthe d'eau est de 16,55% soit une superficie de 80,11 km², suite au deuxième ramassage, en février 2024 la jacinthe d'eau occupe 12,38%, soit une surface de 59,95 km² (figure 4). La présence de la jacinthe d'eau est la conséquence de l'utilisation de l'eau du lac pour nettoyage des habits, des engins et des outils, y compris les outils d'épandage de pesticides ; une pollution des eaux par les apports en résidus d'intrants agricoles des cultures développées le long des berges et dans les zones humides des collines environnantes. Il se pourrait qu'en saison de pluie, ces eaux de surface se chargent en contaminants biologiques de façon importante, provenant du lessivage des sols, emportant vers les cours d'eau les excréta humains et le lisier du bétail, communs à l'air libre en zone rurale où la « défécation dans la nature » est le fait commun.

Sur cette série temporelle les tendances diffèrent, l'analyse de la couverture de la jacinthe d'eau sur le lac montre qu'en décembre 2022 correspond au mois où la couverture était la plus importante sur le plan d'eau surtout dans les pourtours Est, Sud, Sud-Est, Sud-Ouest du lac, on l'observe également sur tout le pourtour du lac. Par contre, le mois de février 2024 correspond à l'année où de la jacinthe d'eau était minimale, avec une occupation remarquable dans les zones Nord, Nord-Ouest et Sud-Ouest, mais avec une forte expansion vers la partie centrale du Lac.

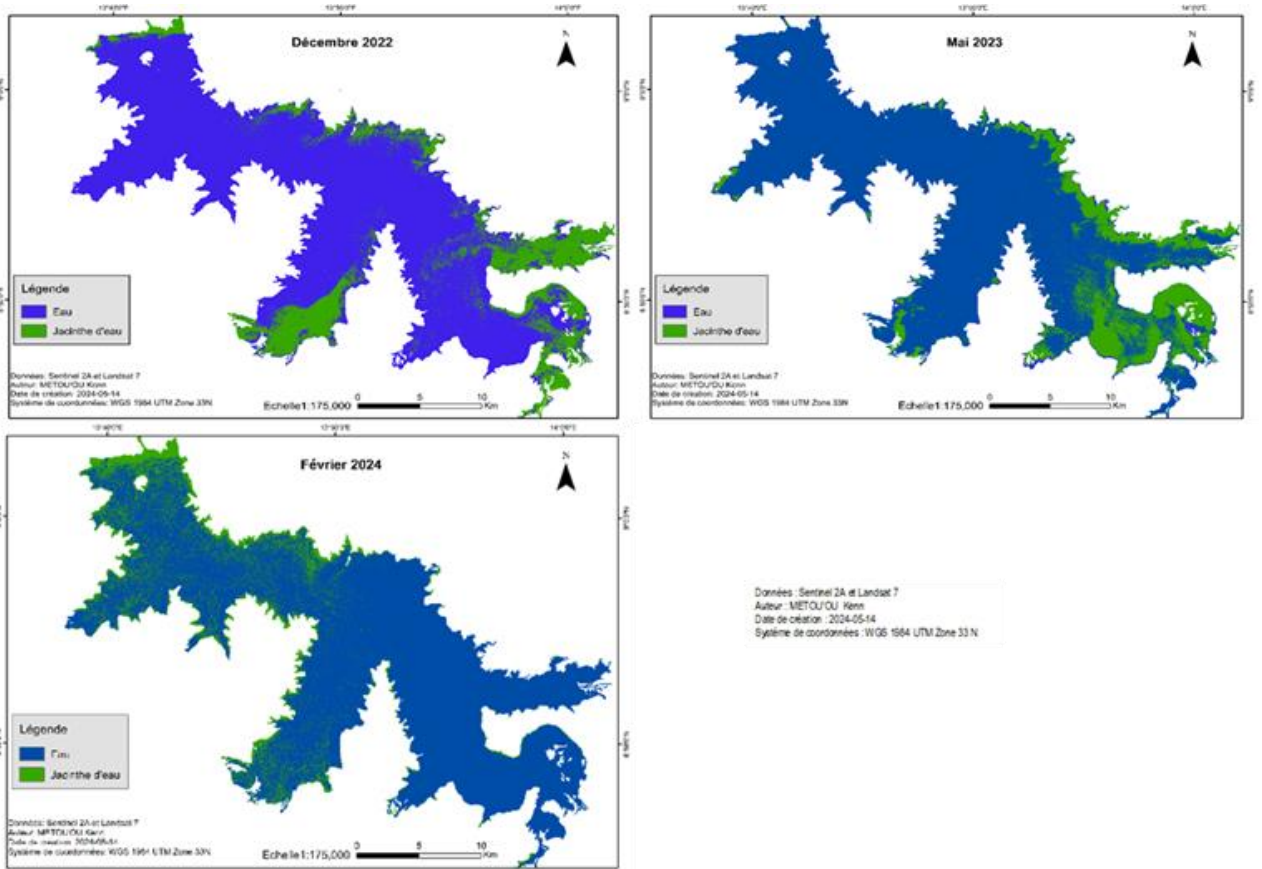


Figure 4 : Répartition spatio-temporelle de la jacinthe d’eau dans le lac Lagdo entre décembre 2022, mars 2023 et février 2024

La figure 5 montre la quantité d’occupation de la jacinthe d’eau en fonction des périodes (mois) que nous avons déterminé.

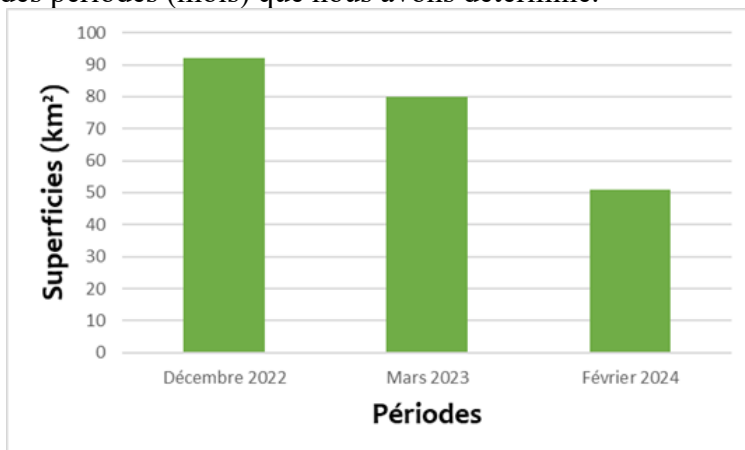


Figure 5 : Répartition temporelle de la jacinthe d’eau dans le lac Lagdo entre décembre 2022, mars 2023 et février 2024

Les quantités d'occupation de la jacinthe d'eau sont décroissantes de décembre 2022 à février 2024, cela est justifiée par les campagnes de ramassage manuel de la jacinthe d'eau organisées par la commune de Lagdo après décembre 2022. On peut affirmer que cette campagne de ramassage manuel de la jacinthe d'eau a été plus importante en février 2024 qu'en mars 2023.

Détermination de la température de surface

Les valeurs de la température varient de 19,21°C à 24,36°C en décembre 2022 et de 22,87°C à 25,89°C en décembre 2023, soit une augmentation de 3,66°C (figure 6). L'augmentation de la température est assimilable à une charge importante des matières organiques et inorganiques dans le lac provenant de la défécation et de rejet des eaux usées, mais aussi de la pêche artisanale pratiquée dans ce lac. Les perturbations climatiques et les vagues de chaleurs pourraient être également la cause de l'augmentation de la température dans le lac Lagdo.

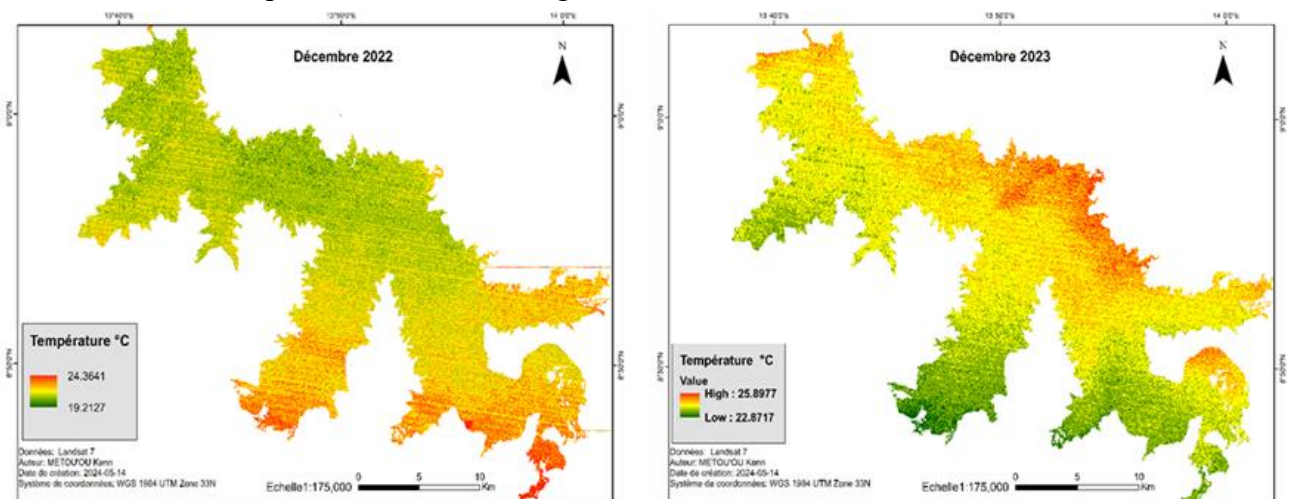


Figure 6 : Répartition de la température de surface entre Décembre 2022 et Décembre 2023 dans le lac Lagdo

Relation entre température de surface et la présence de la jacinthe d'eau

L'échantillonnage aléatoire des points de la jacinthe d'eau, suivi de l'extraction des valeurs de ces points (figure 7), par rapport à la température de décembre 2022, nous révèle que la température optimal minimum pour l'apparition de la jacinthe d'eau est d'environ de 21°C.

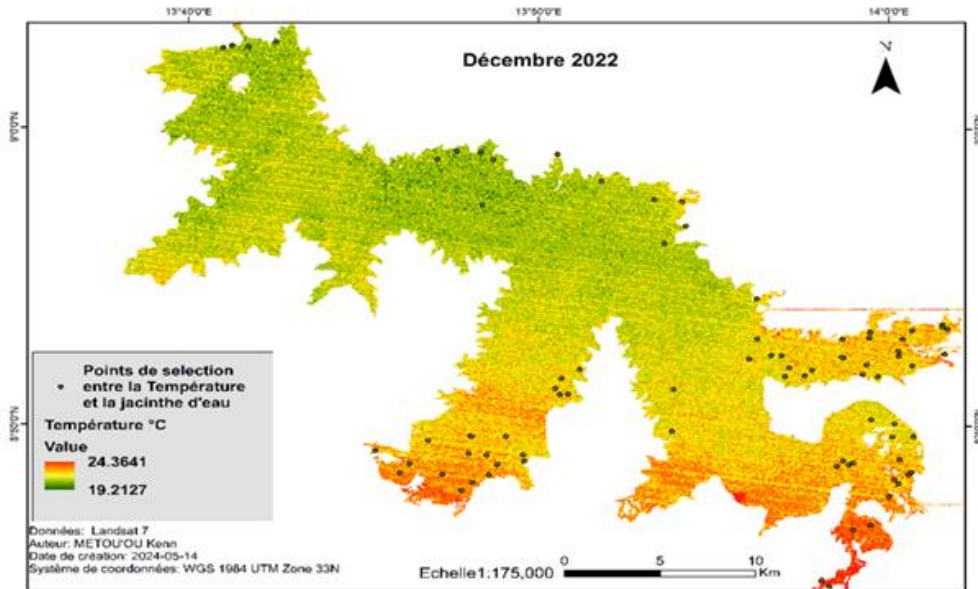


Figure 7 : Relation entre la température et la présence de la jacinthe d'eau en décembre 2022

Discussion

Au Canada, des stations hydrométriques et des échelles limnométriques sont disposées le long de certains lacs et rivières fournissent des données sur les débits et le niveau des cours d'eau, pour alerter et mobiliser plus rapidement les intervenants dans les situations critiques. Elles ont été installées à proximité des zones habitables, afin de prévenir plus efficacement les conséquences d'éventuelles inondations sur la population. De même, en Chine, la disponibilité des données a permis de montrer par exemple que la plaine d'inondation du fleuve Yangtze contient de nombreux lacs en arc de cercle ou riverains, qui étaient tous ouvertement reliés au fleuve Yangtze ou à ses principaux affluents avant les années 1950. Cependant, les pressions, résultant des établissements humains et de l'utilisation des ressources du bassin versant, ont exercé de forts impacts sur ces écosystèmes lacustres, modifiant leur morphologie, leur connectivité et l'état trophique des lacs (*Huang et al., 2014*). L'imagerie satellitaire contient des informations utiles pour le suivi environnemental. Dans la présente étude, les données Landsat 5TM et 7 ETM+, Sentinel 2A ont été utilisées. Le suivi de l'évolution de la superficie par télédétection, a permis de noter une forte diminution de la superficie soit de 675 km² en 1987 et de 484 km² en 2023, une perte de 191 km². L'analyse de la carte de synthèse, fait remarquer un recul du plan d'eau remarquable sur le pourtour Est, Sud-Est et Sud-Ouest. Des zones qui concordent, à la présence abondante de la jacinthe d'eau identifiée en décembre 2022. Le développement de la jacinthe d'eau,

justifie la présence d'une grande quantité d'éléments nutritifs notamment du phosphore et de l'azote (*Bodo et al., 2006*). Ces éléments nutritifs peuvent provenir des activités agricoles, des eaux usées, des déchets industriels. L'analyse spatiale des cartes obtenues après traitement des images Sentinel 2A, permet de constater en décembre 2022, une présence de la jacinthe d'eau dans les zones Est, Sud, Sud-Est, Sud-Ouest du lac, on l'observe également sur tout le pourtour du lac. La superficie couverte par la jacinthe d'eau est 92, 24 km² soit 19,05 %. Cette situation peut s'expliquer par la sédimentation au niveau du lac qui favorise le développement des plantes aquatiques envahissantes. En effet, les berges du lac étant exploitées pour les activités agricoles, peuvent être confrontées à l'érosion qui va alimenter le lac en éléments nutritifs favorisant la croissance de la jacinthe d'eau. La jacinthe d'eau a connu une diminution d'occupation après le premier ramassage manuel mené de manière accentuée dans la partie Sud, Sud-Est et de manière mitigée dans la partie Est. Nous constatons une occupation abondante dans la partie Sud-Est en mars 2023 de la jacinthe d'eau, avec une superficie de 80, 11 km² soit 16,55 %. Après le deuxième ramassage manuel quasi-total dans les parties Est, Sud, Sud-Ouest et Sud-Est, la jacinthe d'eau occupe une superficie de 59, 95 km² soit 12,38% en février 2024, avec une occupation remarquable dans les zones Nord, Nord-Ouest et Sud-Ouest, mais avec une forte expansion vers la partie centrale du lac. Cette tendance d'occupation de la jacinthe d'eau vers la partie centrale ou quasi-total du lac est justifiée par l'augmentation de la valeur minimale de la température à 22,87°C à partir de décembre 2023. Car d'après l'échantillonnage aléatoire des points de la jacinthe d'eau, par rapport à la température de surface de décembre 2022 (figure 7), il est établi que la température minimum pour l'apparition de la jacinthe d'eau est d'environ de 21°C. Ce travail est en contradiction de celui de Dagno et al., (2007), qui stipule que la lutte manuelle serait à l'origine de la dispersion de la jacinthe d'eau. Les valeurs de la température obtenues pour la croissance de la jacinthe d'eau en décembre 2022 se rapprochent de celles de (*Fortier, 2007*), qui sont comprises entre 21°C et 28°C.

Conclusion

Il en ressort d'après nos traitements de divers images satellitaires (Landsat 5 et 7, Sentinel 2A), et analyses des résultats, que la température de surface du lac Lagdo entre décembre 2022 et décembre 2023 a subit une augmentation de la valeur minimale de 19,21°C à 22,87°C. Il en ressort également que l'occupation de la jacinthe d'eau concorde avec la valeur minimale de 21°C, qui est le seuil minimal de croissance de la jacinthe d'eau dans le lac Lagdo. Il convient de dire qu'à partir de décembre 2023 le lac Lagdo a été exposé à une occupation complète de la surface par la jacinthe

d'eau, avec une température de surface minimale de 22,87°C. Quant à la superficie, nous avons observé une diminution importante de 191 Km² soit 28% de perte de 1987 jusqu'à 2023, une perte de plan d'eau est remarquée sur le pourtour Est, Sud, Sud-Est et Sud-Ouest du lac, qui correspondrait aux zones de forte présence de jacinthe d'eau, identifié en décembre 2022, soit un taux d'occupation de 19,05% équivaut à une superficie de 92,24 km². Nous notons qu'après des séances de ramassage manuel de jacinthe d'eau organisées par la commune de Lagdo, cette-dernière, occupe en février 2024, une superficie de 59,95 km² soit un taux d'occupation de 12,38%, avec une occupation remarquable dans les zones Nord, Nord-Ouest et Sud-Ouest, mais avec une forte expansion vers la partie centrale du lac. Les résultats de l'évaluation multi-temporelle de l'occupation de la jacinthe d'eau, de la superficie et de la température de surface, certes encourageants, ont néanmoins été obtenus à partir des images Landsat 5 TM et Landsat 7 ETM+ et Sentinel 2A dont la précision est limitée par la résolution spatiale et temporelle de celles-ci. En effet, les satellites Landsat disposent de 30 mètres de résolution dans le visible, même si celle-ci peut être améliorée à 15 mètres avec la bande panchromatique et 60 mètres de résolution dans la région thermique, tandis que les capteurs de Sentinel fournissent une résolution spatiale de 10 mètres dans le visible et le proche infrarouge (PIR), certes avec une répétitivité de 5 jours, mais les données ne sont que disponible à partir de 2015. Dans les faits, l'amélioration des produits Landsat est attachée au lancement de Landsat 9 avec une répétitivité de huit jours contre seize jours actuellement, avec pour atout la disponibilité des données de 1984 jusqu'à nos jours. Cependant, pour des études de l'occupation de la jacinthe d'eau, de superficies et de la température de surface sur des territoires lacustres tel que le lac Lagdo, les produits générés par les satellites IKONOS lancés depuis 1999 par GeoEye bien que payant, demeurent la meilleure alternative pour l'évaluation de la jacinthe d'eau et de la superficie en termes de résolution spatiale d'un mètre dans la bande panchromatique et quatre dans le multispectrale avec une résolution temporelle de 03 jours. De ce qui est de la température de surface, le satellite TRISHNA est indiqué avec sa résolution temporelle de 03 jours et une résolution spatiale de 57. Toutefois, ces premiers résultats obtenus à partir d'une approche méthodologique, inédite pour des études par télédétection concernant à la fois, l'évaluation multi-temporelle de l'occupation de la jacinthe d'eau, de la superficie et de la température de surface du lac Lagdo, devraient être approfondis à partir de : l'établissement d'un bilan hydrologique lacustre qui évaluerait les apports par ruissellement sur l'ensemble du bassin versant du lac, ainsi que les apports par écoulement hypodermique ; une évaluation multiples des paramètres physico-chimiques et biologiques du lac Lagdo, pour ample informations qui favoriseraient la

présence de la jacinthe d'eau; une évaluation de la bathymétrie du lac Lagdo, pourrait servir pour établir une corrélation avec la jacinthe d'eau.

Conflit d'intérêts : L'auteur a déclaré n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le corps de l'article.

Déclaration de financement : L'auteur n'a bénéficié d'aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Becker, f., & li, z. L. (1990). Towards a local split window method over land surfaces. *Int. J. Remote Sensing*, 11. 369-393
2. Bodo, r., hausler, r., & azzouz, a. (2006). Multicriteria approach for the selection and a rational use of aquatic plants for wastewater treatment. *Journal of Water Science*, 19(3), 181-197.
3. Dagno, karim, rachid, lahlali, damien, friel, mohammed bajji, & haïssam hijakli. (2007). Synthèse bibliographique : Problématique de la jacinthe d'eau douce, *Eichhornia crassipes*, dans les régions tropicales et subtropicales du monde, notamment son éradication par la lutte biologique au moyen des phytopathogènes. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 11 (4), 299-311.
4. Dash, p., göttsche, f.-m., olesen, f., & fischer, h. (2001). *Retrieval of land surface temperature and emissivity from satellite data: Physics, theoretical limitations and current methods*. 29. 23-30
5. Fortier, j. F. (2007). *Eichhornia crassipes (jacinthe d'eau)*. [https : // www.aquaportail.com/ fiche-plante-479-eichhornia-crassipes.html](https://www.aquaportail.com/fiche-plante-479-eichhornia-crassipes.html)
6. Huang, j., xu, q., xi, b., wang, x., jia, k., huo, s., su, j., zhang, t., & li, c. (2014). Effects of lake-basin morphological and hydrological characteristics on the eutrophication of shallow lakes in eastern China. *Journal of Great Lakes Research*, 40(3), 666-674.
7. Jiménez-muñoz, j. C., & sobriño, j. A. (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *J. Geophys. Res.*, 109.
8. Mama, daouda, deluchat, v., bowen, j., chouti, w., yao, b., baba gnon, & baudu, m. (2011). *Caractérisation D'un Système Lagunaire En Zone Tropicale : Cas Du Lac Nokoué (Bénin)*. December 22.
9. Ranarijaona, h. L. T., zainabo, f., herilala, a. A., & simon, a. G. (2013). Évaluation de la prolifération de la Jacinthe d'eau du lac Ravelobe Ankarafantsika et plan de restauration. *VertigO*, 13(1).

<https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2013-v13-n1-vertigo01515/1026587ar/abstract/>

10. Shafait, f., keysers, d., & breuel, t. M. (2008). Efficient implementation of local adaptive thresholding techniques using integral images. *Document recognition and retrieval XV*, 6815, 317-322.
11. Sylvestre, f., lemoalle, j., & favreau, g. (2012). *Vulnérabilité du lac Tchad = The vulnerability of the water of lake Chad to climate*. L'eau au coeur de la science = Water at the heart of science.
12. Tissot, c., le tixerant, m., rouen, m., & cuq, f. (2005). Modélisation spatio-temporelle d'activités humaines à fort impact environnemental. *Cybergeo : European Journal of Geography [en ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques*, 313. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.3570>
13. Verneaux, j. (1973). *Cours d'eau de Franche-Comité (massif du Jura) : Recherches écologiques sur le réseau hydrographiques du Doubs-essai de biotypologie*. Thèse de Doctorat d'état, Faculté des Sciences. Université de Besançon.