DYNAMIQUE DE L'EUTROPHISATION DU BARRAGE DE GONFREVILLE (BOUAKE, CÔTE D'IVOIRE) : CAUSES ET CONSEQUENCES

DYNAMICS OF THE EUTROPHICATION OF THE GONFREVILLE DAM (BOUAKÉ, IVORY COAST) : CAUSES AND CONSEQUENCES

*Ephraïme **GONDO,** *Université Alassane Ouattara, Département de Géographie, Côte d'Ivoire, donephra2@gmail.com / tel : +225 0759557208*

Zamble Armand **TRA BI**, *Université Alassane Ouattara, Département de Géographie, Côte d'Ivoire, Zambtra@yahoo.fr , +225 0747206415*

RESUME

En Côte d'Ivoire, les ressources en eau sont soumises à une forte pression exercée par les activités humaines couplées aux processus naturels. Cette forte pression exercée par les activités humaines couplées aux processus naturels entraîne l'eutrophisation des milieux aquatiques. L'eutrophisation se traduit par la croissance excessive des végétaux sur les eaux de surface. L'objectif de cette étude est de montrer les causes et les conséquences de la dynamique de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. Pour conduire à bien cette étude, la collecte et à l'analyse des échantillons d'eaux ont permis de déterminer les paramètres physico-chimiques du lac. Ensuite, les questionnaires ont été adressés auprès des populations, des agents de la SODECI et le chef du personnel de santé du centre de santé urbain de Gonfreville. Enfin, la collecte et le traitement des images satellitaires (Landsat 5 Tm 2000,8 Oli tirs,2023, google earth pro 2007,2014 et 2024 de pixel 30 m) ont été employés. Les images Landsat ont subi une classification supervisée par maximum de vraisemblance et les images google ont été vectorisés. Les résultats montrent que l'eutrophisation du lac se traduit par une croissance des végétaux aquatiques liés aux paramètres physico-chimiques (température=27°C, turbidité=7,53NTU, pH=8,03, Azote total=0,56 mg N/l, Phosphore=0 ,11 mg P/l oxygène dissous=2,4 mg/l) au-delà de la norme. Le taux d'occupation de ces végétaux a augmenté de 3 hectares (17,64%) entre 2007 et 2014 à 4 hectares (23,53%) entre 2014 et 2024, car le barrage a rétréci de 17 hectares à 13 hectares entre 2007 et 2024. Ensuite, la dynamique de l'occupation du sol dans le sous bassin versant entre 2000 et 2024 influence les paramètres physico-chimiques du barrage. Enfin, les problèmes de traitement de l'eau, de distribution de la mauvaise qualité de l'eau et les maladies hydriques (paludisme, diarhée, bilharziose) sous-jacentes sont les conséquences de la dynamique de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville.

Mots-clés : Eutrophisation, Occupation du sol, sous bassin versant, Barrage de Gonfreville

ABSTRACT

In Côte d'Ivoire, water resources are under significant pressure from human activities coupled with natural processes. This significant pressure from human activities coupled with natural processes is leading to eutrophication of aquatic environments. Eutrophication results in excessive plant growth in surface waters. The objective of this study is to show the causes and consequences of the dynamics of eutrophication of the Gonfreville dam. To carry out this study, we first collected and analyzed water samples to determine the physicochemical parameters of the lake. Then, questionnaires were sent to the population, SODECI agents and the head of health personnel at the urban health center of Gonfreville. Finally, the collection and processing of satellite images (Landsat 5 Tm 2000,8 Oli tirs,2023, google earth pro 2007, 2014, 2024 of pixel 30 m). The Landsat images underwent a supervised classification by maximum likelihood and the google images were vectorized. The results show firstly that the eutrophication of the lake results in a growth of aquatic plants linked to the physicochemical parameters (temperature=27°C, turbidity=7.53, NTU, pH=8.03, Total nitrogen=0.56 mg N/l, Phosphorus=0.11 mg P/l dissolved oxygen=2.4 mg/l) beyond the standard. The occupancy rate of these plants increased from 3 hectares (17.64%) between 2007-2014 to 4 hectares (23.53%) between 2014-2024, because the dam shrank from 17 hectares to 13 hectares between 2007-2024. Then, the dynamics of land use in the sub-watershed between 2000-2024 influence the physicochemical parameters of the dam. Finally, the problems of water treatment,

distribution of poor water quality and underlying waterborne diseases (malaria, diarrhea, bilharzia) are the consequences of the dynamics of eutrophication of the Gonfreville dam.
Keywords: Eutrophication, Land use, sub-watershed, Gonfreville Dam

INTRODUCTION

L'expansion démographique et l'essor économique ont des conséquences sur les ressources en eau. Les activités anthropiques (agriculture, industries, pêche, rejet urbains) couplées aux processus naturels (ruissellement, infiltration, érosion du sol, évaporation) accroissent la charge organique des eaux et des sédiments, d'où des problèmes d'eutrophisation (A. ADJAGODO, 2016, p.6). L'eutrophisation définie par l'Organisation de Coopération et de Développement Economique, (OCDE,1982, p.7) comme l'enrichissement des eaux en nutriments se traduit par le développement des végétaux aquatiques. Les principaux paramètres indicateurs de ce phénomène sont les composés azotés, phosphorés et carbonés, mais aussi de nombreux facteurs physico-chimiques tels que la température, le pH, la teneur en oxygène dissous (D. MAMA, 2010, p.1). Le développement des plantes aquatiques s'est intensifié avec le rejet des activités agricoles, industrielles et urbaines. De ce fait, l'eutrophisation naturelle devant s'échelonner sur des centaines, voire des milliers d'années se fait de façon précoce à cause de ces rejets anthropiques. On parle alors d'eutrophisation anthropique (R. TREMBLAY et R. PIENITZ, 2014, pp.139-162).

En Côte d'Ivoire, il a été recensé environ 150 espèces de plantes aquatiques sur les eaux de surface (lagunes, lacs et cours d'eau). Ces milieux aquatiques sont envahis par des macrophytes appartenant à des espèces et des formes de développement variées. On y distingue des hydrophytes flottantes libres (*Pistia stratiotes, Eichhornia crassipes*), des hydrophytes à feuilles flottantes (*Nymphaea lotus*) et Polygonum sénégalaise ainsi que d'autres plantes de milieux aquatiques dont Nelumbo nucifera et *Echinochloa pyramidalis* (KRA F,2007, p.42). Parmi ces plantes, trois espèces se sont développées de manière alarmante depuis les débuts des années 1980. Ce sont *Eichhornia crassipes* (pontederiaceae) du nom courant : jacinthe d'eau et *Salvinia molesta* (salviniaceae) du nom courant : fougère d'eau (BARD F.X, 1990, p.8). Vu l'encombrement de la plupart de ces eaux de surface, l'État de Côte d'Ivoire a mis sur pied en 1997 un projet dénommé PNUD/FEM IVC/94G31 « Lutte contre les végétaux aquatiques envahissants les plans d'eau pour améliorer/restaurer la diversité biologique en Côte d'Ivoire ». En plus de ce projet, le Centre Ivoirien Antipollution (CIAPOL) travaille depuis 1996 sur le sujet dans le cadre du projet de lutte contre « les végétaux aquatiques envahissants (VAE) ». En dépit de ces actions, l'eutrophisation de ces eaux de surface s'accentue. Elle affecte non seulement la qualité de l'eau desservie à la population, mais aussi provoque de nombreuse nuisance que ce soit au plan environnemental, socio-économique que sanitaire. Dans la ville de Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire) l'observation directe du barrage de Gonfreville montre une présence excessive des végétaux aquatique. Cela suscite une curiosité sur l'état eutrophe de ce barrage. Ce lac destiné à l'approvisionnement des quartiers situé à l'Ouest de la ville en eau potable n'a jamais fait l'objet d'une recherche scientifique. Ainsi, il est important de montrer

les causes et les conséquences de la présence excessive des végétaux aquatiques sur ce barrage de Gonfreville.

2. METHODOLOGIE

2.1. Présentation de la zone d'étude

Le barrage de Gonfreville est situé dans la partie Ouest de la ville de Bouaké entre les quartiers Gonfreville, Ninakoukro et Zone. Il est localisé entre les longitudes 5°4'40''-5°5'20''Ouest et les latitudes 7°43'0''-7°43'20''Nord (Figure 1). Il est situé dans le bassin versant de Loka ; et approvisionné par l'un des affluents du fleuve Loka. Le barrage a été aménagé en 2018 suite à la sévère pénurie d'eau qui a impacté la ville de Bouaké. Ainsi, pour soutenir le barrage de Kan et de Loka, l'état de Côte d'Ivoire a entrepris des actions pour la construction de ce barrage. Aujourd'hui l'implantation de la Société de Distribution d'Eau potable (SODECI) permet d'approvisionner les quartiers Ouest de la ville en eau potable. L'invasion des plantes aquatiques sur ce lac nécessite de nombreuses actions tant au niveau scientifique que gouvernemental pour sa restauration.

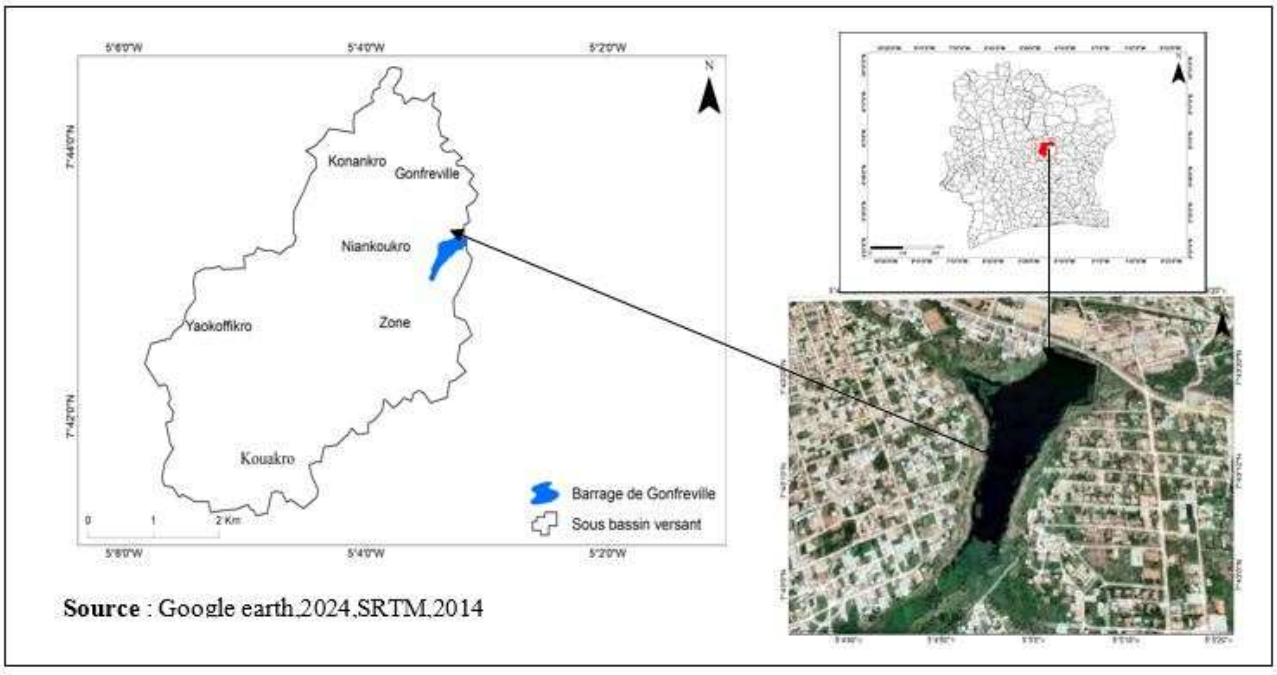


Figure 1 : Localisation du barrage de Gonfreville dans la ville de Bouaké

2.2. Données de terrain

Dans cette étude plusieurs données ont été utilisées. Il s'agit premièrement des paramètres physico-chimiques issus de l'analyse des échantillons d'eau du barrage de Gonfreville. Secondairement, les techniques de collectes de données, notamment l'observation et les questionnaires ont permis l'identification des sources de ces paramètres physico-chimiques. Sur ce plan d'eau, l'observation s'est portée d'abord sur la typologie et l'occupation des plantes aquatiques envahissantes et les activités qui se déroulent dans le sous bassin versant. Ensuite, à l'échelle des quartiers l'observation s'est faite sur le dégrée d'assainissement (le

mode d'évacuation des eaux usés, déchets solides, l'allure des caniveaux et la gestion des excréments) et les types de cultures pratiquer par les ménages. Enfin, sur le ruissellement des eaux dans les quartiers. L'observation du ruissellement consiste à déterminer le sens d'écoulement des eaux pluviales et leurs charges en polluants. Les questionnaires adressés aux populations et agriculteurs ont permis d'obtenir des informations sur les sources de ces paramètres physico-chimiques. Ainsi, les données collectées à la suite de ces échanges sont en rapport avec les rejets urbains (déchets solide et liquide), agricoles (intrants et excréments des animaux) et industriels. En plus, les réponses des agents de la SODECI ont permis d'évaluer la qualité de l'eau distribuée à la population. Enfin, une collecté des données sanitaires s'est effectuée au Centre de Santé Urbain (CSU) Diezou situé dans le quartier Zone. Il s'agit des cas de morbidité liés au paludisme, diarrhée et de Bilharziose de l'année 2024.

Tableau I : Taille des personnes enquêtées

Personnes enquêtés	**Echantillons représentatifs**
Population	60
Agriculteurs	5
Agents de la SODECI Bouaké	8

Source : Enquêtes de terrain ,2024

Par ailleurs vu le nombre important de population et d'agriculteurs des quartiers situé dans le sous bassin versant, l'étude a procédé à l'élaboration des échantillons représentatifs des personnes. Ainsi, dans les six quartiers (Gonfreville, Zone, Konankro, Niankoukro, Yaokoffikro et Kouakro) 10 personnes ont été interrogés, soit 60 personnes au total. Au niveau des agriculteurs, 5 personnes ont été interrogé. Les agriculteurs ont été interrogés, car certains exerçant à proximité de ce plan d'eau ont une idée sur les changements qui s'opèrent dans ce milieu. Les agriculteurs usent de certains produits chimiques qui influencent ce barrage. Préalablement les échantillons d'agriculteurs n'ont pas été définis. Ces 5 agriculteurs ont été questionnés directement sur le terrain. Au niveau des agents de la SODECI, 8 personnes ont été interrogé pour voir s'ils sont d'abord conscients de l'apparition des végétaux sur ce plan d'eau et les problèmes rencontrés lors du traitement de l'eau. Ces 8 agents ont été interrogés sur place également.

2.3. Données satellitaires

Dans cette étude deux types de données satellitaires ont été nécessaire. Premièrement, les images Google earth pro d'années respectives 2007, 2014 et 2024 ont été utilisées. Ces images ont été téléchargées sur le logiciel Google earth pro. Ces dates ont été choisies, car avant 2007 les images Google disponible ont une très forte nébulosité aussi il n'y a pas d'images google disponible dans la zone d'étude avant cette date. Ce sont des images Landsat disponible avant cette date. Le refus d'utiliser les images Landsat qui n'ont vraiment pas une très bonne précision nous amené à choisir ces images google et ces dates. L'usage de

ces images google réside dans le fait qu'elles possèdent non seulement une très bonne résolution (30 mètres), mais aussi permettent l'observation périodique du plan d'eau afin d'apprécier la dynamique spatio-temporelle de ces végétaux aquatiques envahissants.

Secondairement, les images Landsat ont été utilisées également pour l'analyse de l'occupation du sol dans le sous bassin versant. Ces images ont été téléchargées sur le site www.Earthexplorer.Usgs.Gov. Il s'agit des images Landsat 5 Tm 1985,2000,7 ETM+ 2013 et Oli Tirs 2023. Les bandes utilisées sont : le bleue, vert et le rouge. Le choix de ces bandes facilite la combinaison colorée afin de déterminer aisément les unités d'occupation du sol.

2.4 Méthodes de traitement et d'analyse des données

2.4.1. Echantillonnage et analyse au laboratoire

Les données physico-chimiques sont issues des échantillons d'eau collectés sur le barrage et analysé au laboratoire central de l'Université Nangui Abrogoua (UNA) en Côte d'Ivoire. Trois échantillons d'eau sont collectés sur le lac Gonfreville en saison humide à la date de mardi 12 septembre 2023 de 10h à 13h. Ces échantillons d'eau sont repartis comme suite ; 1 litre d'eau de trois échantillons à l'amont au centre et à l'aval du lac. Parmi les paramètres, la température, l'oxygène dissous, la turbidité et le pH ont été mesuré directement sur le terrain au moyen d'un multi paramètres de type Nalco Dr900. Les paramètres chimiques mesurés au laboratoire concernent l'azote total et le phosphore total. Les paramètres retenus ont beaucoup d'influence sur la croissance des algues. Les nutriments (azote, phosphore) sont nécessaires au développement des écosystèmes, mais leurs excès compromettent la qualité des eaux et modifient le développement de la flore et de la faune. Par ailleurs ces données ont été soumis au test de la qualité des cours et plans d'eau. Ainsi, les autorités françaises et européennes notamment la Direction Cadre sur l'eau (DCE) ont établi des seuils afin d'évaluer la qualité de l'eau. Lorsque l'accumulation est trop grande, l'eau est de mauvaise qualité avec des risques d'eutrophisation pouvant perturber le fonctionnement des systèmes aquatiques. Les valeurs de la norme indiquant la bonne qualité des plans d'eau sont renseignées dans le tableau (2).

2.4.2. Vectorisation du barrage de Gonfreville

Les images Google earth pro téléchargées ont été utilisées pour l'étude. Le travail a consisté dans un premier temps au géoréférencement de ces images. Le géoréférencement est une opération de géolocalisation ou d'apport de coordonnées aux images. La vectorisation est une opération de numérisation des objets géographique. Par la suite, il a été possible de créer une base de données en numérisant (vectorisation) de manière plus précise l'étendu du barrage de Gonfreville. La vectorisation tient compte de trois types de données. Les données ponctuelles (point coté,), linéaires (routes, rivières) et surfaciques (plans d'eau, bâtis). Dans le cas de cette étude, la vectorisation surfacique a été utilisée, car l'objet recherché est le plan d'eau (barrage de Gonfreville). La base de données crée a permis de faire des statistiques par le calcul de superficies. L'analyse des statistiques permet

d'observer l'évolution du barrage et le taux d'occupation des plantes aquatiques entre 2007 et 2024.

2.4.3. Analyse de la dynamique de l'occupation du sol

La réalisation des cartes d'occupation du sol a nécessité le traitement des images Landsat. Le traitement des images s'est fait en plusieurs étapes dont : la composition colorée fausse couleur, l'interprétation visuelle/photo-interprétation et la classification supervisée par maximum de vraisemblance. La composition colorée permet de produire une image couleur à partir de la combinaison de trois bandes spectrales. L'objectif de cette opération est d'avoir une synthèse d'information en vue de faire une bonne discrimination des unités d'occupation du sol. Dans le cadre de cette étude, trois bandes sont combinées, chacune associée à une des trois couleurs primaires (le rouge, vert et le bleu). Ainsi, la composition colorée en fausses couleurs avec la combinaison des bandes 234 pour les Landsat TM/ETM+ et 345 pour l'image Oli-Tirs a été utilisée. L'image obtenue est utile pour l'extraction d'information qu'on ne peut obtenir dans le seul spectre visible. L'interprétation visuelle ou la photo-interprétation est basée sur la reconnaissance d'objets qui consiste à identifier des objets homogènes, en utilisant simultanément différents critères (teinte, texture, structure, taux de recouvrement), des zones analogues, et en validant l'identification ou l'interprétation des zones homogènes à partir de connaissances et de données de référence. La technique d'interprétation visuelle a été fondée sur la connaissance des détails de quelques objets géographiques. La reconnaissance des objets a permis de dégager 5 catégories d'occupation du sol entre 1985 et 2023. Ces catégories d'occupation du sol sont : les plans d'eau, les sols nus, les surfaces bâties, les cultures/plantations et de végétation. A la fin de ces opérations, la méthode de classification supervisée selon l'algorithme du maximum de vraisemblance a été utilisée pour l'obtention finale des cartes d'occupation du sol du sous bassin versant du barrage de Gonfreville.

3. RESULTATS

3.1. La croissance des végétaux liée à l'excès de paramètres physico-chimiques

Le tableau 2 montre les résultats d'analyse des échantillons d'eau du barrage de Gonfreville. L'observation du tableau montre les paramètres physico-chimiques du barrage au-delà de la norme de la Direction Cadre Européenne sur l'eau (DCE). En effet, les valeurs des paramètres physico-chimiques indiquent que l'eau brute du lac n'est pas de bonne qualité.

Tableau II : Paramètres physico-chimiques du lac et norme de la DCE



Figure 2 : Diversité de plantes sur le lac du barrage

Source : Enquêtes de terrain, mai,2024



Figure 3 : L'état du lac du barrage en 2024

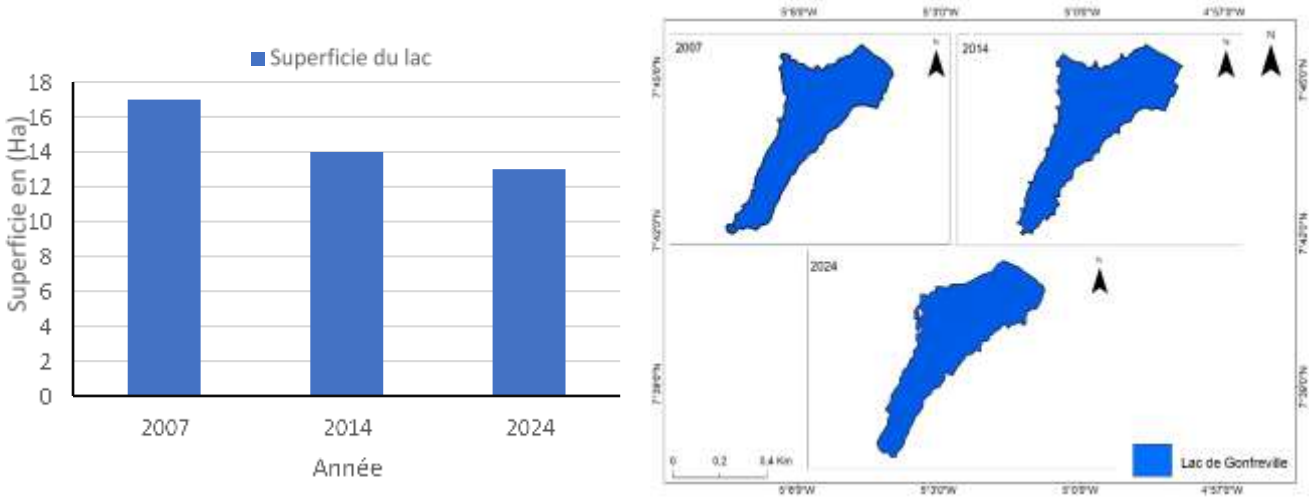
Source : Images Google 2024

Source : Enquêtes de terrain,2024/ MEEDAT,2009

L'azote et le phosphore sont présents dans le lac en quantité suffisante. L'excès de ces nutriments (azote et phosphore totale) constitue le facteur du développement des végétaux et donc de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. La température élevée accroit l'activité métabolique de ces plantes aquatiques en diminuant l'oxygène dissous cela accélère leurs croissances. La valeur de la turbidité indique la présence de particules en suspension d'où la pollution du lac. Par ailleurs, l'eutrophisation résultant des apports en nutriments à favorisée l'invasion des plantes aquatiques. L'état actuel du lac confirme ce phénomène. En effet, l'observation des figures 2 et 3 montrent une présence de diverses plantes. La présence des végétaux envahissant tend à recouvert l'étendu du lac. L'observation de la figure 2 révèle que la partie aval est beaucoup plus occupée par rapport à l'amont du lac. Mais il faut noter que l'occupation des plantes se fait des berges vers le centre du plan d'eau. Cela s'explique par le fait qu'à l'espace immédiat les cultures maraîchères sont pratiquées ainsi les résidus de polluants transportés par l'eau d'arrosage se répandent sur les berges du plan d'eau. D'où la présence excessive des plantes en bordure du lac. Aussi l'observation directe et la classification systématique distingue des plantes comme « *Glyceria notata, Dichondra carolinensis Marsilea strigosa et Elytrigia repens* ». Ces noms sont des noms latins, notamment scientifique apporté dans la classification systématique en biologie.

3.2. Dynamique de l'occupation des végétaux autour du lac de Gonfreville entre 2007-2024

La figure 4 représente la dynamique du barrage de Gonfreville entre 2007-2024.



Source : Google earth pro,2007,2014,2024

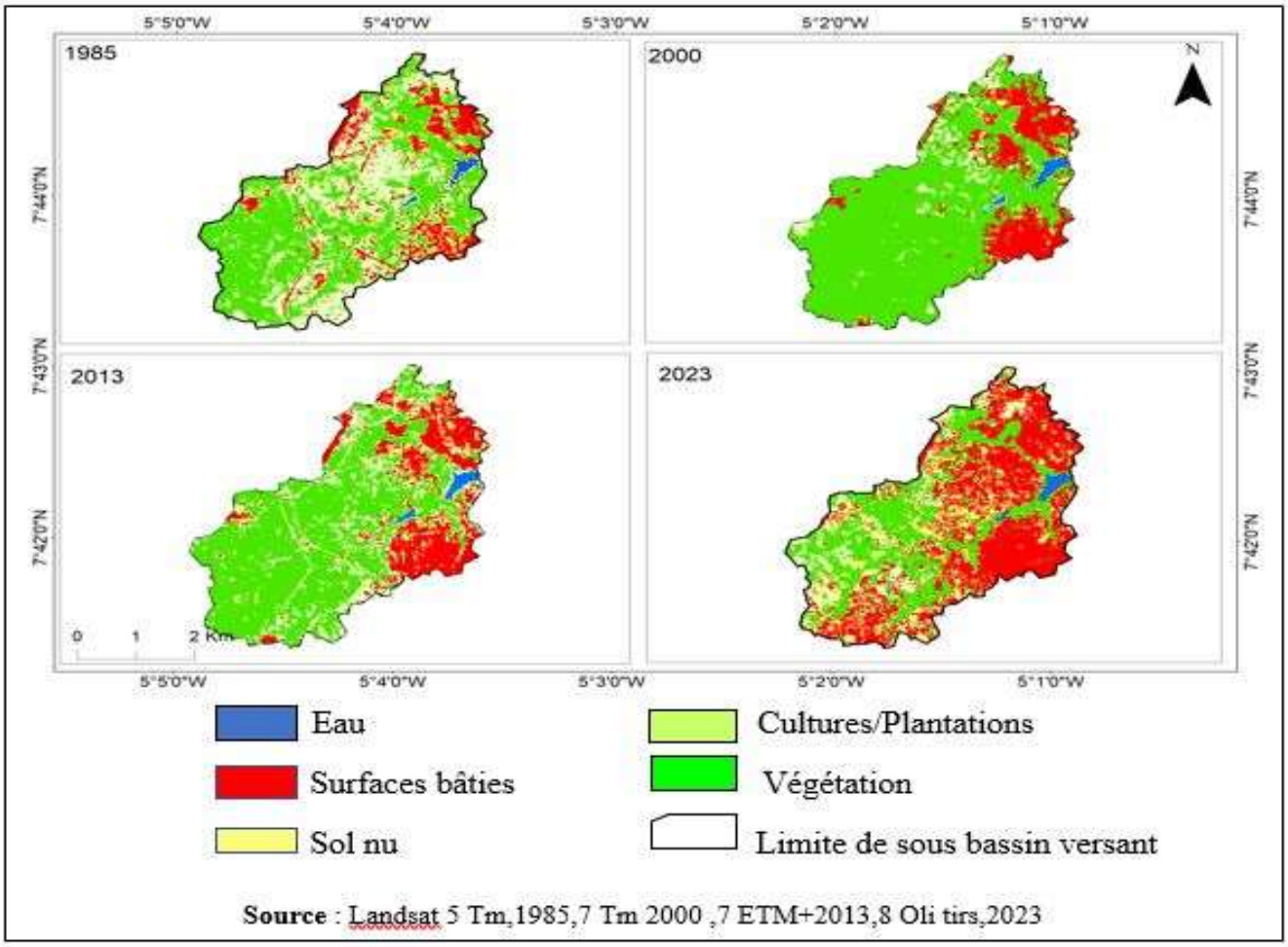
Figure 4 : Dynamique de l'occupation des végétaux sur le barrage entre 2007-2024

L'analyse de la figure 4 montre une diminution de la superficie du barrage par rapport à l'étendu initiale. D'une superficie de 17 ha en 2007, le barrage a rétréci à 14 hectares entre 2007 et 2014. De 2014 à 2024 le barrage a diminué de 14 à 13 ha. Ainsi, de 2007 à 2024 le barrage de Gonfreville a perdu environ 4 ha. Ces derniers représentent la superficie occupée par les plantes sur le barrage. Le taux d'occupation de ces végétaux a augmenté de 3 ha, soit 17,64% entre 2007-2014 à 4 ha, soit 23,53% entre 2014-2024.

3.3. Dynamique de l'occupation du sol entre 1985-2023 : source d'émission de polluants

La figure 5 et son tableau 3 montrent la dynamique de l'occupation du sol entre 1985-2023.

Tableau III : Taux d'occupation des unités d'occupations du sol



Source : Landsat 5 Tm,1985,7 Tm 2000 ,7 ETM+2013,8 Oli tirs,2023

Classes d'occupations du sol	1985	2000	2013	2023
Eau	13,05	17,91	18,00	15,30
Surfaces bâties	226,17	287,73	307,89	706,59
Sol nu	121,95	39,24	73,80	272,34
Cultures/plantations	508,05	97,84	308,84	189,54
Végétation	826,21	1248,21	987,39	511,65
Total	**1695,43**	**1695,43**	**1695,43**	**1695,43**

Figure 5 : Dynamique de l'occupation du sol du bassin versant du lac Gonfreville entre 1985-2023

L'analyse de la carte 4 et son tableau 3 montrent une dynamique régressive de la végétation entre 1985-2023 dans ce sous bassin versant. En effet, la superficie de la végétation qui augmentait de 826,21 ha à 1 248,21 ha entre 1985-2000 a diminué de 1248,21 ha à 511,65 ha entre 2000-2023.Cette régression de la végétation est au profit des surfaces bâties et des sols

nus, car la superficie des surfaces bâties a augmenté de 226,17 ha à 706,59 ha entre 1985-2023. La superficie de sol nu qui diminuait de 121,95 ha à 39,24 ha entre 1985-2000 a augmenté de 39,24 ha à 73,80 ha entre 2000-2013 à 272,34 ha en 2023.

Les zones de cultures n'ont pas été en marge de cette dégradation de la végétation. On remarque que la superficie de cultures qui avait diminué de 508,05 ha à 97,84 ha entre 1985-2000 a augmenté de 97,84 ha à 308,84 ha entre 2000-2013 puis diminuée de 308,84 hectares à 189,54 ha entre 2013-2023. Sur la figure 5, on remarque que la dégradation de la végétation se fait à proximité du barrage de Gonfreville, car la tâche urbaine est importante dans cette partie du sous bassin versant. Par ailleurs, cette dégradation de la végétation traduit la croissance des activités socio-économiques dans ce sous bassin. En effet, nos enquêtes de terrain révèlent une urbanisation anarchique qui a pour corolaire une dégradation de la végétation. Cette urbanisation anarchique a pour conséquence les rejets d'origine domestiques, les effluents des industries. Ensuite, une croissance des activités du secteur tertiaire telles que le commerce, le transport qui sont à l'origine du rejet de déchets solide et liquide. En plus de ces activités on a identifié la pratique agricole (élevage et agriculture) dans le sous bassin versant et surtout à proximité du barrage. Les activités agricoles exercées à proximité du barrage sont en majorité une association de cultures vivrières (chou, la tomate, l'arachide, le gombo et le maïs). Les acteurs de ces activités sont les femmes et les hommes. Ils utilisent des intrants organiques que chimiques (engrais blanc et produit chimique). En somme la dynamique de l'occupation du sol dans le sous bassin versant influence les paramètres physico-chimiques de barrage. Les sources d'azote et de phosphore sont les rejets urbains, agricoles et industriels.

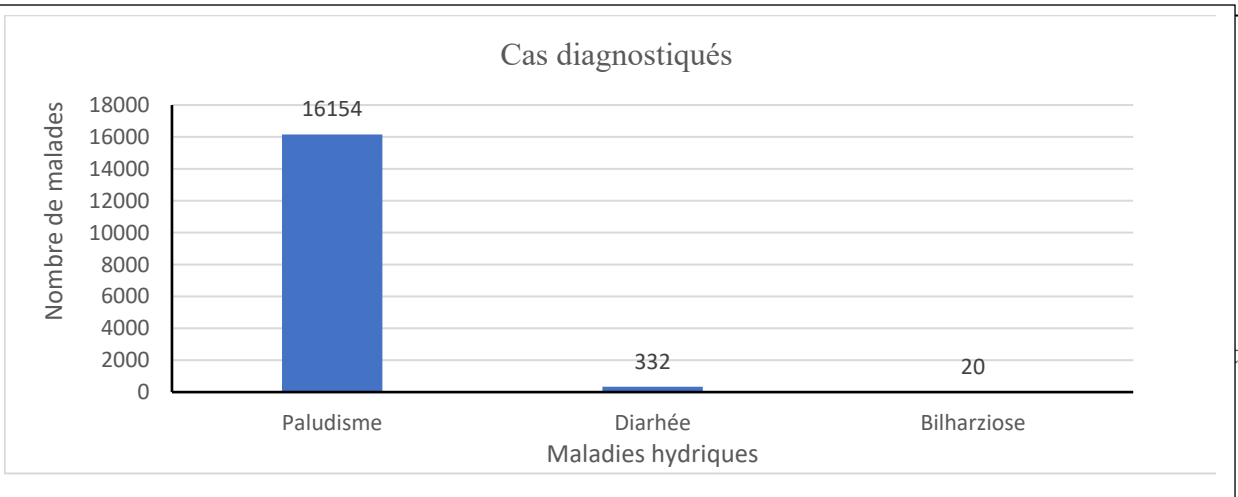
3.4. Conséquences de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville

3.4.1. Le traitement difficile et mauvaise qualité de l'eau causé par la présence des plantes

Les figures 6 et 7 sont l'une des conséquences de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. Premièrement, l'analyse de la figure 6 révèle que les gestionnaires de l'eau de la SODECI Bouaké rencontrent des difficultés de potabilisation de l'eau du barrage. Les entretiens avec ces gestionnaires de l'eau ont révélé qu'ils rencontrent des difficultés de traitement de l'eau, car 90% des réponses étaient positives. Cette difficulté de traitement de l'eau est due à la présence des végétaux aquatiques sur le barrage. Selon ces gestionnaires de l'eau, la présence des végétaux aquatiques rend difficile le captage de l'eau pour le traitement. En plus de ces végétaux aquatiques, la présence excessive des polluants rend difficile le traitement de l'eau. Par ailleurs, le traitement inefficace de l'eau provoque la distribution d'une mauvaise qualité de l'eau dans la ville de Bouaké. L'observation de la figure 3 justifie cette assertion. Cette figure 7 montre les modalités de réponses des riverains concernant la qualité de l'eau desservie par la SODECI Bouaké. Les modalités de réponses sont : bonne qualité de l'eau (10%), mauvaise (75%) et aucun (15%). Ainsi, l'analyse de la figure 7 révèle que l'eau distribuée à la population de la ville de Bouaké n'est pas de bonne qualité. En effet ,75% de la population stipulent que l'eau de robinet présente une odeur et un mauvais goût. La mauvaise qualité de l'eau est causée par la présence excessive des végétaux et de polluants, donc de l'eutrophisation du barrage.

2.4.2. Une prolifération de maladies hydrique liée à l'eutrophisation du barrage

La figure 8 montre les maladies liées à l'eutrophisation du barrage de Gonfreville.



Source : Enquête de terrain ,2024

Source : Enquête de terrain ,2024

Figure 8 : maladies hydriques diagnostiqué en lien avec l'eutrophisation du barrage de Gonfreville

Source : Rapport SIG du FSU Diezou 2024

Les maladies hydriques auxquelles la population de Bouaké situées dans les quartiers du bassin versant du lac de barrage est confrontée sont: le paludisme, la bilharziose et la diarrhée. L'analyse de la figure 8 révèle que parmi ces maladies hydriques, le paludisme reste le plus important avec 16 154 cas diagnostiqués soit 97%. Quant aux maladies du péril fécal (diarrhée et bilharziose), la diarrhée est aussi prépondérante avec 332 de personnes infectées, soit 2,01%. Le nombre de personnes infecté par la bilharziose est de 20 personnes, soit 0,12%. Ces maladies hydriques sont liées à l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. La diarrhée et la bilharziose sont liées à l'excès des paramètres chimiques (azote et phosphore) présentent dans le barrage. Le fort taux de paludisme est en rapport avec la multiplication des moustiques. En effet, le développement des végétaux aquatiques héberge les moustiques vecteurs de paludisme.

4. DISCUSSION

Cette étude permet de comprendre les causes et les conséquences de la dynamique de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. Premièrement, l'analyse géochimique et la dynamique de l'occupation du sol ont permis de connaître les causes de l'eutrophisation du barrage. Ainsi, dans ce lac on retrouve la concentration des paramètres physico-chimiques tels que la température, le Ph, l'oxygène dissous la turbidité, l'azote et le phosphore. L'analyse révèle que la plupart de ces nutriments sont au-dessus de la norme de l'OMS et de la DCE. La concentration des nutriments dans ce plan d'eau est liée à la dynamique de l'occupation du sol qui a pour corolaire les rejets urbains, agricoles et industriels. L'excès de phosphore et de l'azote est la cause de l'apparition et de la croissance des plantes aquatiques, donc de l'eutrophisation du barrage de Gonfreville. Les plantes aquatiques envahissante sont multiples et évoluent dans le temps et dans l'espace. Cette pollution liée à l'apport de paramètres physico-chimiques confirme la revue de littérature sur la thématique. En effet, l'hydrochimie de l'eau révèle que les paramètres physico-chimiques et microbiologies sont à la base de la dégradation des ressources en eau. Parmi les substances chimiques (cobalt, molybdène, le fer, le potassium, l'azote, le phosphore, le

magnésium, les sulfates), l'azote et le phosphore avec leurs dérivés (phosphate, nitrites, nitrates.) constituent les facteurs les plus importants de l'eutrophisation des milieux aquatiques. Selon D. MAMA (2010, p.15) l'augmentation des apports de matière organique et surtout d'azote et/ou de phosphore est souvent tenue pour responsable des phénomènes de proliférations des plantes aquatiques (jacinthe d'eau). L'étude de C. GALVEZ et *al*. (2002 p.18) montre que deux des nutriments essentiels à la vie aquatique sont l'azote (N) et le phosphore. Pour A. DERONZIER et *al*. (2001, p.4), l'azote serait une cause principale de l'eutrophisation susceptible d'altérer la qualité des eaux superficielles réceptrices. Selon une étude de l'OCDE (2002, p.10) effectuée sur une cinquantaine de lacs en régions tempérées, il en ressort que le phosphore est à la base du développement de l'eutrophisation dans 80% des lacs testés et que la biomasse est fortement corrélée avec la concentration du phosphore.

Secondairement, les conséquences de cette dynamique de l'eutrophisation du barrage sont d'abord les problèmes de potabilisation et de distribution de mauvaise qualité de l'eau. En effet, les gestionnaires de l'eau de la SODECI Bouaké rencontrent des difficultés de potabilisation de l'eau du barrage à cause de la présence excessive de polluants et de végétaux. Aussi le traitement inefficace de l'eau provoque la distribution d'une mauvaise qualité de l'eau dans la ville de Bouaké, puisque 75% de la population stipulent que l'eau de robinet présente une odeur et un mauvais goût. Ce constat n'est pas différent de l'étude de D. MAMA (2010, p.10), qui a montré que l'eutrophisation a des conséquences dans les filières de potabilisation des eaux eutrophes telles que la mauvaise décantation post coagulation ou floculation et le colmatage des filtres. L'utilisation des eaux des lacs eutrophes nécessite donc des traitements poussés de potabilisation, ce qui augmente le coût de production et aggrave les difficultés pour l'accès à l'eau potable de la population la plus pauvre. Dans cet ordre idée les travaux de N. GROGA et *al*. (2017, p.1), confirment la présence dans la rivière Lobo, de substances chimiques (Azote et Phosphore). Les conséquences liées à cette situation sont les coûts élevés pour le traitement de l'eau, les pénuries d'eau, la mauvaise qualité de l'eau produite. Ensuite, l'eutrophisation du barrage de Gonfreville provoque des maladies hydriques telles que le paludisme (97%), diarrhée (2,01%) et la bilharziose (0,12%). Cette étude corrobore avec l'étude d'A. ADJAGODO et *al.* (2016, p .17) qui a mentionné que l'eutrophisation des eaux impacte la santé humaine, mais elle n'est pas toujours immédiate. Les eaux contaminées consommées par les populations contiennent des microorganismes banals et pathogènes sources de plusieurs maladies hydriques (choléra, dysenterie, diarrhée, fièvre typhoïde, bilharziose.). D. MAMA (2010, p.12), révèle que les habitants des villages lacustres et les quartiers qui bordent les lacs affectés par les jacinthes d'eau subissent la prolifération des vecteurs de maladies. Ces villages lacustres et quartiers deviennent des espaces idéaux pour les moustiques vecteurs du paludisme. Aussi A. FANOU et *al*. (2006, p.96) ont monté que les pesticides dans l'organisme humain peuvent provoquer une augmentation du nombre de cancer des testicules et du sein ainsi qu'une baisse de la fertilité, notamment une diminution de la production spermatique. Pour C. GALVEZ et *al*. (2002, p .12), lorsque les nutriments sont en excès, ils concourent à la pollution des milieux aquatiques et cette concentration lorsqu'elle dépasse 50mg/l dans l'eau de consommation, pourraient être mortel surtout pour

les nourrissons. Chez les ruminants, elle est d'autant plus grave du fait qu'ils consomment des végétaux fortement riches en nitrate.

CONCLUSION

En définitive, l'eutrophisation du barrage de Gonfreville est causée par les paramètres physico-chimiques au-dessus de la norme. La présence de ces paramètres physico-chimiques favorisés par les rejets urbains, agricoles et industriels stimule la croissance de diverses plantes sur le barrage. Les conséquences de l'eutrophisation du barrage sont les problèmes de traitement de l'eau, de distribution de la mauvaise qualité de l'eau et les maladies hydriques (paludisme, diarrhée, bilharziose). Il est alors urgent de mettre en place des méthodes préventives et curatives afin de traiter ce problème.

REFERENCES BINLIOGRAPHIQUES

ADJAGODO Antoinette, *(*2016*)*, « Flux des polluants liés aux activités anthropiques risque sur les ressources en eau de surface et la chaine trophique à travers le monde *:* synthèse bibliographique », *In. J. Biol. Chem. Sci*. 10(3) pp.1459-1472

BARD Franck, (1990) « Synthèse des travaux effectués au CRO sur les végétaux envahissants et polluants, propositions et recommandations, » J.Ivoir. Océanol. Limnol. Abidjan 1(2), p.8

DERONZIER Alain, (2001) « Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, » In.*Science de l'eau* ,5 (2) :p. 79.

FANOU Lucie Ayi, (2006), « Survey of air pollution in Cotonou, Benin air monitoring and biomarkers. » *Science of Environment*, 358(1-3) : pp.85–96.

GALVEZ Cloutier, (2002), « La détérioration des plans d'eau : Manifestations et moyens de lutte contre l'eutrophisation », *In.* Rapport, *Vecteur environnement* 35(6) p.18.

GROGA Noel, (2012), *Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire)*. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse) Discipline Ou Spécialité : Ecologie Fonctionnelle, INP-Ensat, p.224.

KRA Franck, (2007), *Exploitation des eaux des lacs de Yamoussoukro pour le fonctionnement d'une chaufferie industrielle*. Thèse de doctorat de l'Université de Cocody/Abidjan p.194

MAMA Daouda, (2010), *Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (bénin).* Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de limoges p.177

OCDE (OECD) (1982), *Eutrophisation des eaux. Méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte*. Organisation de Coopération et de Développement Economiques Paris, pp. 164