

# ACTIVITES ANTHROPIQUES ET RISQUES D'EUTROPHISATION DU LAC DE TENGRELA

Abdoulaye B SIRIMA<sup>1</sup>, Yélézouomin Stéphane Corentin SOME<sup>2,1</sup>,  
Augustin YAMEOGO<sup>2</sup>, Dapola Evariste Constant DA<sup>1</sup>

1. Laboratoire Dynamique des Espace et Société (LDES), Université Joseph Ki Zerbo ;
2. Laboratoire Sciences Humaines (LABOSH) Université Norbert Zongo

## Résumé

*De nombreuses retenues d'eau présentent des risques d'eutrophisation liés aux apports de nutriments d'origine agricole (surtout liés à l'action anthropique). Cette eutrophisation compte parmi les altérations les plus courantes des eaux continentales. Les manifestations les plus communes sont les proliférations d'algues, parfois toxiques, dans les lacs et les cours d'eau et les proliférations de macro-algues vertes dans les zones côtières. Ces phénomènes génèrent des perturbations majeures pour les écosystèmes aquatiques et ont des impacts sur l'homme et les activités socio-économiques des territoires où ils se produisent. C'est le cas du lac de Tengréla, où l'intense activité agricole augmente les risques d'eutrophisation. L'objectif de la présente étude est de montrer l'effectivité de l'eutrophisation du lac. Pour atteindre cet objectif, des échantillons d'eau du lac ont été prélevés et analysés et une analyse multi-dates d'images satellites est réalisée pour montrer la dynamique d'extension des surfaces cultivées dans le Micro Bassin Versant (MBV) du lac. Les résultats [l'orthophosphate (P-PO43-) atteint 0,123 mgL<sup>-1</sup>, la DCO varie entre 6 et 21 mg/L, la conductivité électrique fluctue entre 7210 et 8790 µsL<sup>-1</sup>, et les MES 108 mg. L<sup>-1</sup>] ont permis de montrer l'intensification de l'activité agricole autour du lac et prouver son eutrophisation et de classer celui-ci dans la catégorie des lacs mésotrophes car son niveau d'enrichissement (surtout en phosphore) dépasse les normes tolérables.*

**Mots clés :** Eutrophisation, micro bassin versant, lac Tengréla, Burkina Faso

## Abstract

*Many water reservoirs present risks of eutrophication linked to inputs of nutrients from agricultural sources (especially linked to human action). This eutrophication is one of the most common alterations in inland waters. The best known manifestations are the blooms of algae, sometimes toxic, in lakes and rivers and the blooms of green macroalgae in coastal areas. These phenomena generate major disturbances for aquatic ecosystems and have impacts on humans and the socio-economic activities of the territories where they occur. This is the case of Lake Tengréla, where intense agricultural activity increases the risk of eutrophication. The objective of this study is to show the effectiveness of the eutrophication of the lake. To achieve this objective, lake water samples were taken and analyzed and a multi-date analysis of satellite images is carried out to show the dynamics of the extension of cultivated areas in the Micro Watershed (MBV) of the lake. The results [orthophosphate (P-PO43-) reached 0.123 mgL<sup>-1</sup>, the COD varied between 6 and 21 mg / L, the electrical conductivity fluctuated between 7210 and 8790 µsL<sup>-1</sup>, and the MES 108 mg. L<sup>-1</sup>] have made it possible to increase the intensification of agricultural activity around the lake and to prove its eutrophication and to*

*classify it in the category of mesotrophic lakes because its level of enrichment (especially in phosphorus) exceeds tolerable standards*

**Keywords:** *Eutrophication, micro watershed, Lake Tengréla, Burkina Faso.*

## **Introduction**

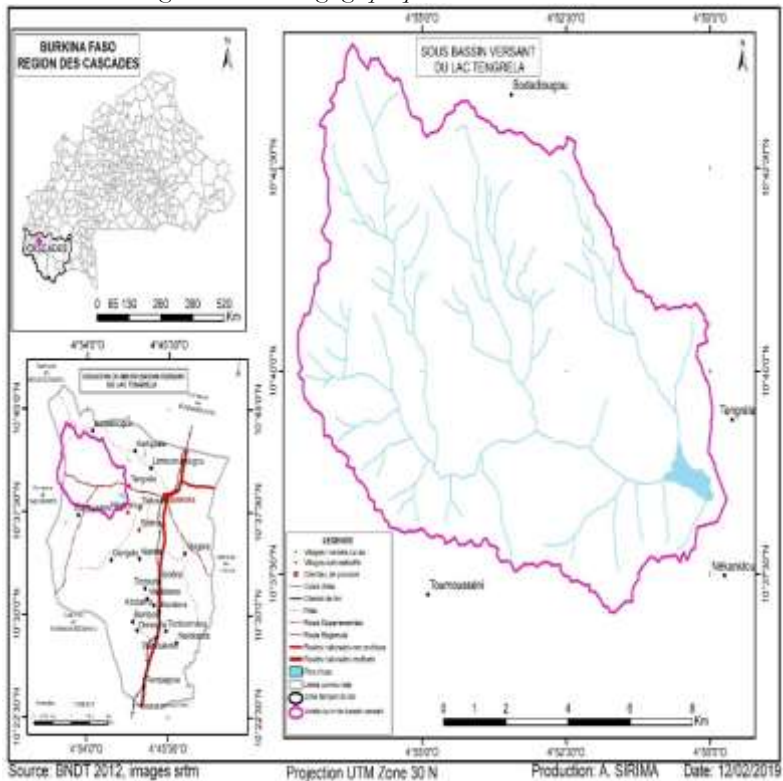
La dégradation des bassins versants des cours et plans d'eau expose ces derniers au comblement, réduisant ainsi la ressource en eau et la diversité biologique y associée. Cette dégradation qui est souvent liée à l'aménagement et aux systèmes de production au niveau des bassins versants, favorise les phénomènes d'érosion et d'eutrophisation (due aux apports nutritifs). L'eutrophisation des eaux, c'est-à-dire leur enrichissement en substances nutritives et leur dégradation progressive, qui surtout pour les lacs, en est la conséquence, ce phénomène donc causé par la croissance exubérante des plantes avec toutes les répercussions que cela comporte sur le bilan total du métabolisme des eaux, constitue un problème complexe. Un danger particulièrement grave est constitué par les engrais artificiels et naturels qui sont lessivés du sol, en quantités de plus en plus considérables, ou qui sont introduits dans les eaux par adduction directe. Parmi les substances nutritives responsables, ce sont l'azote et le phosphore qui constituent les facteurs les plus importants (A. R. VOLLENWEIDER., 2017 : 218). Le mécanisme général de réponse à des changements d'apports de nutriments est commun aux écosystèmes d'eaux continentales et marines : une augmentation des apports de nutriments entraîne une augmentation de la biomasse végétale, générant progressivement, une diminution de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Les écosystèmes aquatiques passent ainsi d'un système avec des apports limités de nutriments à un système progressivement saturé en nutriments, dans lequel le nouveau facteur limitant devient la lumière. De ce fait, l'eutrophisation naturelle s'échelonne sur des centaines, voire des milliers d'années. Cependant, les activités humaines menées dans un bassin versant (BV) peuvent entraîner une accélération de l'eutrophisation, rendant celle-ci perceptible à l'échelle de décennies. On parle alors d'eutrophisation anthropique (R. TREMBLAY et R. PIENITZ, 2014 : 139-162). Au Burkina Faso, de nombreux cours et plans d'eau se situent dans un état d'eutrophisation accentué. Le lac de Tengréla semble aussi présenter les mêmes caractéristiques biophysiques. C'est dans un tel contexte que la présente étude est initiée afin de montrer l'effectivité de son eutrophisation et les risques y associés.

## 1. Présentation de la zone d'étude

### 1.1. Situation géographique

Le site d'étude est le lac de Tengréla. Il se situe à 7 kilomètres à la sortie de Banfora en direction de Sindou près du village de Tengrela entre  $4^{\circ}48'0''$  et  $4^{\circ}57'0''$  de longitude Ouest et  $10^{\circ}34'30''$  et  $10^{\circ}43'30''$  de latitude Nord. Ce lac est dans un micro-bassin du bassin versant du sous bassin versant de la Comoé. La majeure partie de ce micro bassin versant est dans la commune de Banfora et dont une petite partie se prolonge dans la commune de Wolokonto, au nord-ouest de la commune de Banfora.

Figure 1 : situation géographique du micro bassin versant



### 1.2. Cadre physique de la zone d'étude

Dans le micro BV du lac de Tengréla règne un climat tropical à saison contrasté de type sud soudanien caractérisé par deux grandes saisons : une saison humide qui s'étale d'avril à octobre, une saison sèche qui couvre les

mois de novembre à mars. La pluviométrie moyenne interannuelle varie entre 648,2 mm (en 2009) et 1219,5 mm (en 2010), (Direction Régionale des Aménagements Agricoles et Hydrauliques/Cascades, 2018). Les températures moyennes annuelles varient entre 16,7°C (minimales moyennes) et 36°C (maximales moyennes), avec une amplitude thermique de 19°C. Les vitesses du vent sont généralement les plus élevées entre avril et septembre. Elles varient entre 2,4 m/s et 3,4 m/s. L'hygrométrie obtenue à partir des valeurs d'humidité moyenne mensuelle a varié entre 51,41% (plus basse valeur moyenne en 2008) et 56,83% en 2012, et cela, de 1989 à 2018. Quant aux moyennes annuelles des durées d'insolation, elles varient entre 6,79 heures (en 2005) et 8,15 heures (en 2017). Le régime hydrologique est tropical, avec des débits mensuels moyens variant entre 1,9 m<sup>3</sup>/s (en mars) et 109 m<sup>3</sup>/s (en septembre), sur la période de 1969 à 2019, (Direction Générale des Ressources en Eau, 2019). La variation de l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle calculée à partir des moyennes journalières sur 28 ans montre une tendance générale à la hausse (Direction Générale de la Météorologie, 2019). La zone d'étude appartient au domaine phytogéographique pré-guinéen. La partie nord du bassin versant est dominée par la savane arborée et boisée, avec une intrusion par endroit de forêt galerie le long des cours d'eau. La nature et la diversité des sols, la relative abondance de la pluviométrie ont favorisé le développement d'une grande biodiversité végétale. Le micro bassin versant bénéficie d'une pluviométrie assez bonne compte tenu de sa situation entre les isohyètes 1000 et 1100 millimètres qui couvrent une grande partie du sous bassin versant de la Comoé auquel appartient notre zone d'étude (PROGRAMME GIRE, 2001). La nature du sol est étroitement liée à la géologie et au climat. La majeure partie du bassin versant (centre et sud-ouest) est occupée par les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés moyennement profonds (4192,84 ha) avec des inclusions de sols peu évolués d'apports colluviaux modaux, de lithosols. Dans les bas-fonds alimentés par les cours d'eau, nous retrouvons des sols hydromorphes peu humifères à pseudogley de surface, avec par endroit des inclusions des sols bruns tropicaux hydromorphes vertiques (BUNASol, 2004). Une intrusion mafique-ultramafique datant du Paléoprotérozoïque (21,79 ha), un complexe métamorphique et anatectique (7827,02 ha), un Bassin sédimentaire de Taoudéni du Néoprotérozoïque (2856,47 ha) composent la géologie du MBV (Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina, 2004). Les unités géomorphologiques de la zone d'étude, bien variées sont en étroites relations à cause des inclusions pédologiques communes qu'elles comportent. Comme unités, il y a les glacis inférieurs, les glacis moyens, les glacis supérieurs, les buttes rocheuses, et les bas-fonds (Bureau National des Sols, 2004).

## 2. Méthode et matériels

### 2.1. Approche Méthodologique

Elle est basée sur des prélèvements d'échantillons d'un litre de volume d'eau du lac par point d'échantillonnage. Les échantillons sont analysés au laboratoire central du département qualité eau de l'office national de l'eau et de l'assainissement du Burkina Faso afin de déterminer les paramètres permettant d'évaluer le niveau d'eutrophisation du lac. De même, à travers une méthode de collecte de données dite « collecte mobile », des enquêtes socio-économiques ont été effectuées dans les villages riverains du micro bassin versant (MBV) du lac pour recueillir leurs avis et préoccupation sur le phénomène d'eutrophisation et de comblement.

### 2.2. Matériels de collecte des données de l'étude

Le matériel utilisé, est composé de pirogues pour se déplacer sur le lac, des bidons de 1 litre de volume pour contenir les échantillons prélevés, d'un GPS et d'un logiciel de cartographie (ArcGIS 10.3) pour le traitement des levées et la production cartographique et des tablettes et smartphones pour la collecte des données.

Photo1 : Prélèves d'échantillons d'eau du lac pour analyse



Clichés : Juillet, 2019

AKAPO Grégoire

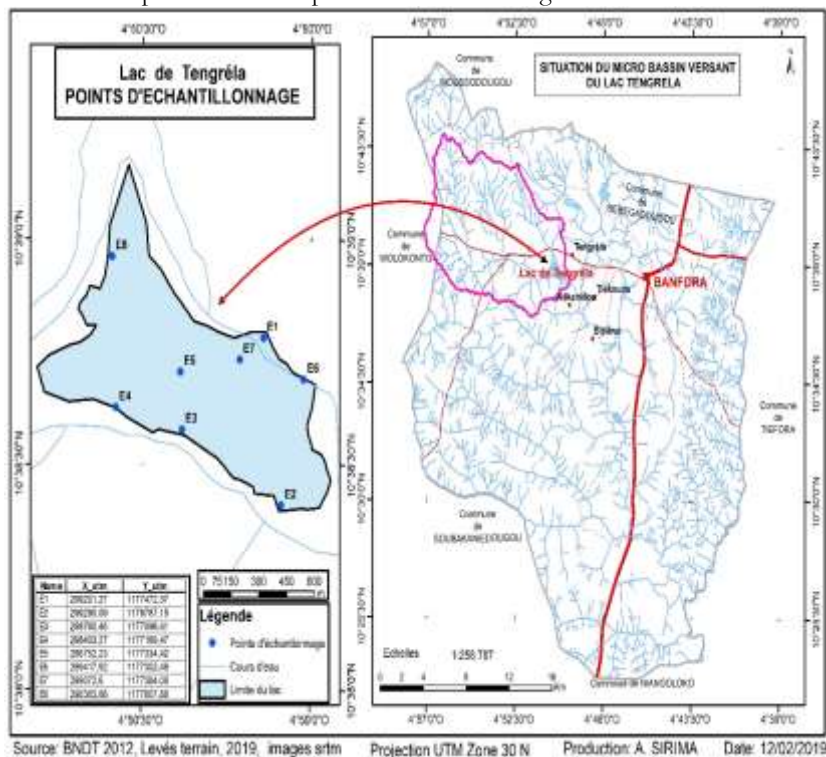
## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Spatialisation des points d'échantillonnage

Les différents échantillons prélevés sont géolocalisés par des coordonnées GPS et spatialisés. La carte n° 2 présente la répartition des points d'échantillonnage à la surface du lac.

Carte n° 2 : Spatialisation des points d'échantillonnage



La cartographie des points d'échantillonnage permet de percevoir le taux de couverture des échantillons du lac. Ceux prélevés à des endroits où l'eau de ruissellement provenant des champs se déverse dans le lac, ont des taux de phosphore, de MES et une conductivité, tous élevés par rapport au milieu du lac (par exemple l'échantillon E<sub>1</sub> : conductivité est 8760  $\mu\text{S}\cdot\text{L}^{-1}$ , l'orthophosphate ( $\text{P}\cdot\text{PO}_4^{3-}$ ) est de 0,123  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  et les MES 108  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Cela permet de comprendre que des apports de nutriments proviennent aussi des

champs cultivés et qui sont lessivés par les eaux de pluies, puis transportées vers le lac.

### 3.1.2. Résultats et analyses

Les échantillons d'eau du lac prélevés (voir image n° 1) sont analysés afin de déterminer des paramètres pouvant indiquer le degré d'eutrophisation du lac. Les résultats des analyses des échantillons sont consignés dans le tableau 1.

Les résultats des mesures de la conductivité montrent une très forte minéralisation de l'eau du lac. La conductivité électrique fluctue entre 7210 et 8790  $\mu\text{S}\cdot\text{L}^{-1}$  et indique une eau fortement minéralisée. Cette minéralisation élevée serait imputable, d'une part, au lessivage des terrains traversés et, d'autre part, à la pollution des eaux d'origine agricole.

Le pH mesuré, varie entre 6,55 et 7,24. La valeur de 7,24 enregistrée semble indiquer une activité photosynthétique élevée. Les températures varient entre 25,7 et 28,4°C. La moyenne étant de l'ordre de 27,05°C. Quant à la DCO, les concentrations varient entre 6 et 21 mg/L. Les valeurs parfois sensiblement élevées (21 mg. L<sup>-1</sup>) sont liées à une augmentation de la quantité de la matière organiques et substances oxydables.

Les mesures du phosphore obtenues des analyses (phosphore mesuré en phosphate assimilable à l'orthophosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)) ne permettent pas d'écarter l'idée d'un enrichissement de l'eau du lac susceptible d'entretenir un développement d'algues et d'autres plantes envahissantes.

Tableau I : Résultats des analyses des échantillons d'eau du lac

Points d'échantillonnage	Ph	Conductivité ( $\mu\text{S}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Température (t °)	Phosphore ( $\times 10$ ) mgL <sup>-1</sup>	ME S mgL <sup>-1</sup>	DC O
E1	6,55	8760	27,7	1,23	108	19
E2	6,89	8200	28,3	0,18	30	9
E3	6,9	8790	26,6	0,14	120	21
E4	6,92	8320	26,3	0,14	10	8
E5	7,2	8380	26,4	0,12	40	13
E6	6,89	8160	28,4	0,13	30	12
E7	7,24	8470	25,7	0,11	20	11
E8	6,73	7210	28,3	0,1	10	6

Source : Laboratoire central du département qualité eau/PONEA, 2019

Les activités agricoles sont assez développées dans le MBV. Cette agriculture nécessite un apport en engrais chimique dont les principales composantes sont généralement l'azote et le phosphore. L'eau de ruissèlement va ensuite transporter ces nutriments vers le lac. Ils constituent ainsi une source d'enrichissement, donc d'eutrophisation. Cela engendre un bouleversement de la communauté biologique avec apparition de nouvelles espèces et une disparition de celles qui n'arrivent pas à s'adapter.

Limites de classes de l'état trophique des cours et plans d'eau est relativement différente selon les auteurs et même selon les pays et les sous-régions. Le tableau II présente des taux de phosphore tolérables, dans la classification des lacs selon le niveau trophique.

Tableau II : Quelques normes de qualité pour le phosphore dans d'autres pays du monde

Pays/Union	Phosphore total (mg PL <sup>-1</sup> )
Canada	0,02
Chine	0,05 (lacs), 0,2 (rivières)
Union européenne	0,07-0,15
Allemagne	0,15
Suisse	0,07
Pays-Bas	0,01-2,5
Etats-Unis	0,008-0,038 (lacs), 0,01-0,076 (rivières)

Source : LIU et al., 2017 ; cité par PINAY G. et al, 2017

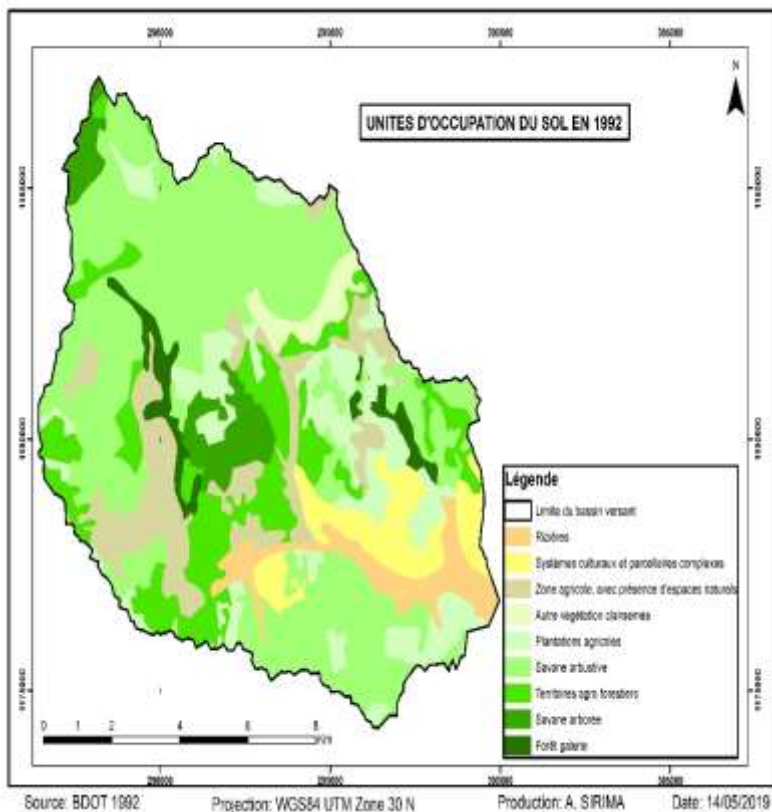
Sur la base des résultats obtenus, et en corrélation avec les normes de l'OCDE d'une part, et de quelques normes phosphores tolérables dans d'autres pays (voir tableau n°2) d'autre part, le lac de Tengréla peut être classé dans la catégorie des lacs mésotrophes.

### ***3.1.3. Dynamique d'occupation des terres de 1992, 2002 et 2012.***

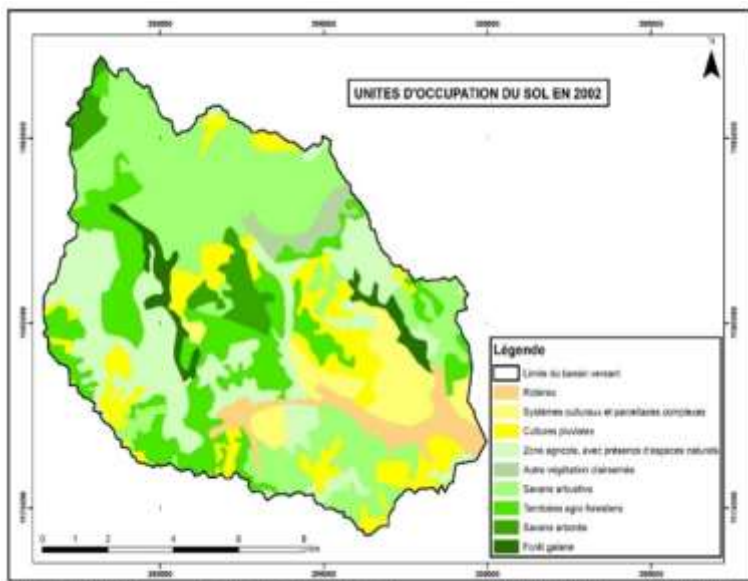
Le traitement des images satellites Spot des années 1992, 2002 et 2012 a permis la production des cartes d'occupation des terres des années correspondantes de la zone d'étude. Sur chacune des cartes, on peut percevoir l'augmentation des surfaces cultivées au détriment de la couverture végétale. Cela témoigne de l'intensification des activités agricoles dans le sous bassin

versant. Les enquêtes socio-économiques auprès des populations riveraines montrent que cette intensification des activités agricoles s'accompagne d'une utilisation démesurée des engrais chimiques.

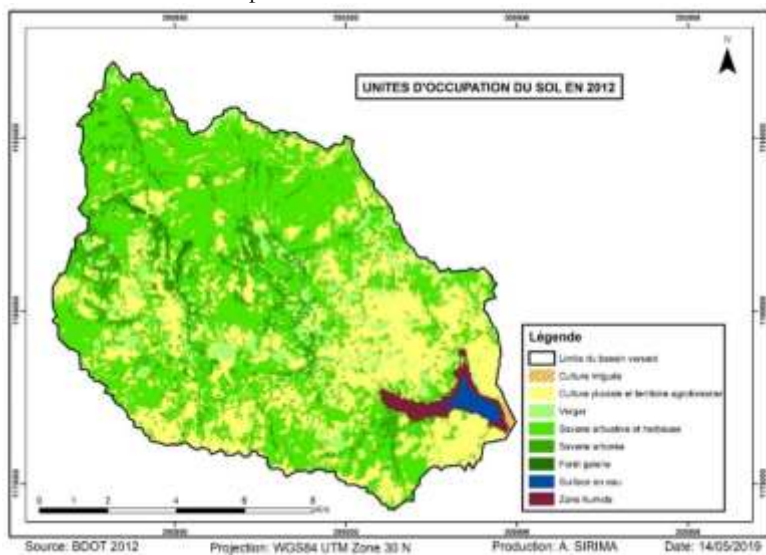
Carte n° 3 : Occupation du sol du sous bassin versant en 1992



Carte n° 4 : Occupation du sol du sous bassin versant en 2002



Carte n° 5 : Occupation du sol du sous bassin versant en 2012



Le lac Tengréla se situe aux plus basses altitudes du micro bassin versant. Les eaux de ruissellement vont donc contribuer au lessivage de ces engrais chimiques, qu'elles transporteront ensuite vers le lac, d'où son enrichissement en phosphore selon certains riverains.

### 3.1.4. Enquêtes socio-économiques

La dimension socio-économique de l'étude a été très déterminante dans la mesure où elle a permis d'appréhender la perception paysanne du phénomène étudié. Lors des enquêtes de terrain, à la question de savoir s'il y a des plantes envahissantes dans le lac Tengréla, nombreuses sont les personnes enquêtées qui l'ont confirmé. Les types de réponses apportées à la question sont résumés en pourcentages dans le tableau ci-dessous :

Tableau III : L'avis des populations sur l'existence des plantes envahissantes dans lac le de Tengréla

Types de réponses	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Non	4	2,3	2,3
Oui	172	97,7	100
Total	176	100	-

Source : Enquêtes terrain, juillet 2019 A. SIRIMA

A la question de savoir si les plantes envahissantes contribuent-elles au comblement du lac, de nombreuses personnes ont attesté que ces plantes en se décomposant, se combinent à la vase et contribuent au comblement du lac (voir image n°2). Le tableau n° 4 résume les réponses apportées.

Tableau 4 : Avis des populations sur la contribution des plantes envahissantes au comblement du lac

Types de réponses	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Non	7	4	4
Oui	169	96	100
Total	176	100	-

Source : Enquêtes terrain, juillet 2019 A. SIRIMA

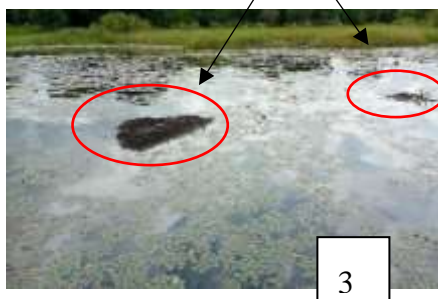
Il ressort des enquêtes, qu'au fil du temps, la croissance excessive des plantes peut naturellement transformer le lac en un marais et éventuellement l'assécher. Toutefois, l'eutrophisation peut être accélérée par le rejet de nutriments provenant d'activités humaines, comme les engrais utilisés dans l'agriculture et à la maison. Cette transition rapide n'est pas avantageuse pour les poissons et autres organismes vivants dans les lacs qui doivent s'adapter à la diminution des concentrations d'oxygène résultant de la décomposition des plantes (voir photos n°2 et 3). Cette variation d'oxygène modifie la biodiversité et l'abondance des espèces. Sur ces images, on perçoit des herbes en décomposition, et constituant une sorte de « terres flottantes ».

La perception commune actuelle des populations riveraines est que le fleuve se comble à cause de son état trophique lié aux enrichissements de phosphore et d'azote, mais aussi, du fait des apports d'argile et de sable émanant des labours profonds. Les personnes qui pêchent dans le lac estiment que la navigation est difficile en beaucoup d'endroits à cause des plantes envahissantes dont la décomposition contribue au comblement (Voir photos n°2 et 3). En plus, elles estiment que la pêche n'est plus fructueuse faute de profondeur suffisante. Au sujet de la perception du comblement au fil des années, 98,9 % des personnes enquêtées le confirment. Pour ces personnes, le comblement du lac constitue un sérieux problème à la mise en œuvre de nombreuses activités génératrices de revenus.

Photo n° 2 : Plantes envahissantes en décomposition dans le lac



Photo n°3 : Exemple de "terre flottante"



Clichés : A. SIRIMA, juillet 2020

Photos 1 et 5: Plantes envahissantes sur le lac Tengrelá



*Cyperus rotundus* L.    *Cyperus expansus* Poir.    *Typha domingensis* Pers.

En somme, l'eutrophisation du lac entraîne un déséquilibre du milieu provoqué par l'augmentation de la concentration de phosphore et d'azote. Elle est caractérisée par une croissance excessive des plantes nuisibles (*Cyperus rotundus* L., *Cyperus expansus* Poir., *Typha domingensis* Pers.) et des algues due à la forte disponibilité des nutriments. Les algues qui se développent grâce à ces substances nutritives absorbent de grandes quantités d'oxygène, lorsqu'elles meurent et se décomposent. Leur prolifération provoque l'appauvrissement, puis la mort de l'écosystème aquatique présent : il ne bénéficie plus de l'oxygène nécessaire pour vivre. Ce phénomène est appelé « asphyxie des écosystèmes aquatiques ».

Le degré d'eutrophisation décrit l'état trophique d'un milieu terrestre ou aquatique ou d'un agroenvironnement où des êtres vivants sont exposés à un « excès » chronique de nutriments. Quand elle a une origine anthropique, l'eutrophisation apparaît généralement conjointement à une acidification du milieu, qui peut aussi rendre les espèces plus vulnérables à certaines pollutions et maladies. Dans les cas extrêmes, on parle de dystrophisation et les conséquences sur l'environnement sont énormes.

#### 4. Discussion

L'eutrophisation naturelle se produit durant des centaines, voire des milliers d'années. Cependant, les activités humaines menées dans un bassin versant (BV) peuvent entraîner une accélération du processus, rendant celle-ci perceptible à l'échelle de décennies. On parle alors d'eutrophisation anthropique. A partir des analyses des échantillons prélevés, le lac de Tengréla est classé dans la catégorie des lacs mésotrope à cause des apports de Matières en Suspension (MES) et engrais chimiques (principalement le phosphore) et naturels qui l'enrichissent, mais aussi tenant compte des témoignages des populations riveraines. Cette classification est faite sur la base de différents paramètres chimiques et biologiques tels que le Ph de l'eau, la conductibilité ( $\mu\text{L}^{-1}$ ), la température ( $^{\circ}\text{C}$ ), le phosphore ( $(\times 10) \text{ mgL}^{-1}$ ), les MES ( $\text{mgL}^{-1}$ ) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO). La même logique de classification a relativement été suivie par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE, 1982) selon laquelle les intervalles séparant les différents états trophiques, internationalement acceptés sont fondés sur des indicateurs physiques et biologiques. Ces paramètres utilisés pour établir les intervalles sont généralement : la transparence de l'eau (grâce au disque de Secchi) et les teneurs en phosphore total (PT), azote total (NT) et la chlorophylle a (Chla). Dans leur étude, le niveau trophique des lacs a été déterminé à l'aide d'une analyse de groupement basée sur la proximité des lacs, en fonction des variables trophiques usuelles (PT, Chla et SECCHI). Dans une certaine mesure, (R. TREMBLAY et R. PIENITZ, 2014 : 139-162) le confirment aussi, car selon eux, les « états trophiques » qui se succèdent lors du processus d'eutrophisation sont définis par des variables physiques et biologiques. Le même constat est fait par (A. R. VOLLENWEIDER, 2017 : 218), et selon lui, les engrais artificiels et naturels sont lessivés du sol en quantités de plus en plus considérables et introduits dans les eaux. Parmi les substances nutritives, ce sont l'azote et le phosphore qui constituent les facteurs les plus importants de l'enrichissement des eaux en engrais. Selon la classification du réseau hydrographique de STRAHLER (1957) in R. TREMBLAY et R. PIENITZ, (2014), les lacs sont d'ordre « 0 » à « 6 », la valeur « 0 » étant attribuée aux lacs de tête, tandis qu'un lac d'ordre « 1 » reçoit les eaux d'un affluent du premier niveau hydrographique et ainsi de suite.

Certains auteurs paraissent plus exigeants quant à la définition des valeurs d'enrichissement de phosphore tolérables dans les plans et cours d'eau. Comparativement aux résultats d'analyse des échantillons d'eau de la présente étude et à la classification du lac Tengréla comme lac mésotrophe, ces auteurs sont moins tolérants. (E. WILLEN., 2000 : 80), à travers son système de classification de l'état d'eutrophisation des lacs à partir de la concentration en phosphore et des efflorescences de cyanobactéries, il montre qu'un lac

présente une très grande biomasse lorsque le taux de phosphore est supérieur à 100µg/L. Ainsi, il considère qu'un lac est hypereutrophe lorsqu'il présente une très grande biomasse. Pour d'autres auteurs tels que (DODDS *et al.*, 1998 : 1455-1462), les rivières et fleuves peuvent être classés dans la catégorie eutrophe dès que le taux de phosphore total est supérieur à 75µg/L. La directive-cadre sur l'eau ou DCE (2000/60/CE), souvent plus simplement désignée par son sigle DCE, une directive européenne du Parlement européen et du Conseil adoptée le 23 octobre 2000, définit comme seuil tolérable du P-PO<sub>4</sub>, le taux de 0,040 mg/L pour le phosphore. Au-delà de ces valeurs définies, l'enrichissement devient une source de bouleversement des écosystèmes

## Conclusion

Afin de montrer que les activités anthropiques peuvent constituer un risque d'eutrophisation du lac Tengréla et partant, un comblement de celui-ci, des prélèvements d'eau pour la mesure des variables chimiques et biologiques ont été effectués. A travers des prélèvements d'échantillons d'eau du lac et des enquêtes socio-économiques, l'effectivité de l'eutrophisation du lac a été prouvée. Ainsi, différents paramètres chimiques et biologiques tels que le Ph, la conductibilité (µL-1) la température(t°) le phosphore ((×10) mgL-1), les MES (mgL-1) et la Demande Chimique en Oxygène (DCO) ont été la base fondamentale de cette étude. La détermination de ces différents paramètres a permis de montrer que le lac Tengréla peut être classé dans la catégorie des lacs mésotrophes. Cette eutrophisation est à l'origine de la prolifération des plantes envahissantes qui, par décomposition contribuent à la modification de l'environnement aquatique et au comblement dudit lac.

## Bibliographie

- J. Lemoalle et G. Magrin** (dir.), 2014, *Le développement du lac Tchad : situation actuelle et futurs possibles*. Marseille, IRD Editions, coll. Expertise collégiale, 216 p
- M. Laval et al.**, (2014), *Evaluation et analyse de la dynamique sédimentaire dans le barrage-réservoir de Sélingué (Mali)*. Revue de Géographie de Ouagadougou, 2012, pp.45-68.
- O.C.D.E.** (1982), *Eutrophisation des eaux. Suivi, évaluation et contrôle*. Paris : Organisation de coopération et de développement économiques 1982. - 154 p
- N. P. Snyder et al.** (2004), *Estimating accumulation rates and physical properties of sediment behind a dam : Englebright Lake, Yuba River, northern California*. *Water Resources Research*, 40(11) : 19p.

- R. Tremblay R. et R. Pienitz** (2014), *Caractéristiques limnologiques de 56 lacs du Québec méridional en lien avec l'état trophique* *Revue des sciences de l'eau*. Journal of Water Science Vol. 28/2, 139-162.
- V. Vanoni** (1975), *Sedimentation Engineering. Manual 54, American Society of Civil Engineers*», New York, pp. 745.
- A. R. Vollenweider** (2017), *Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation. [Rapport de recherche] Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). 1970* », 218p.
- E. Willen** (2000), *Phytoplankton in Water Quality Assessment – An Indicator Concept*. In : Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring, I. Heinonen, G. Ziglio y A. Van der Beken (eds): Wiley and Sons, LTD. Chichester, UK. 57-80.
- Dodds et al.** (1998), *Classification suggérée de l'état trophique du cours d'eau : distributions des types de cours d'eau tempérés par chlorophylle, azote total et phosphore* ». *Water Research*, 32, 1455-1462.