

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE WATERS OF THE LUKALA RIVER SUBJECTED TO INDUSTRIAL DISCHARGES FROM THE LUKALA CEMENT FACTORY (KONGO CENTRAL, DRC)

Wansende Fiasolua Wafi^{1*}, Iungbi Singa Nathan², Efulu Bibi Josiane³, Buluku Ekwakwa Alain⁴

¹Assistant professor, Field of Environmental and Health Chemistry, Faculty of Science and Technology, National Pedagogical University of Kinshasa (UPN/Kin), Kinshasa, DR Congo
²Head of Practical Work, Field of Environmental and Health Chemistry, Faculty of Science and Technology, National Pedagogical University of Kinshasa (UPN/Kin), Kinshasa, DR Congo
³Assistant professor, Field of Petrochemistry, Faculty of Science and Technology, National Pedagogical University of Kinshasa (UPN/Kin), Kinshasa, DR Congo
⁴Professor Emeritus, Field of Environmental and Health Chemistry, Faculty of Science and Technology, National Pedagogical University of Kinshasa (UPN/Kin), Kinshasa, DR Congo

Corresponding Author:
wafiwansende@gmail.com

To Cite This Article: PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE WATERS OF THE LUKALA RIVER SUBJECTED TO INDUSTRIAL DISCHARGES FROM THE LUKALA CEMENT FACTORY (KONGO CENTRAL, DRC) (W. F. Wafi, I. S. Nathan, E. B. Josiane, & B. E. Alain, Trans.). (2026). Journal of Advance Research in Food, Agriculture and Environmental Science (ISSN 2208-2417), 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.61841/zzfwyy14>

ABSTRACT

Surface water pollution from industrial activities is a major environmental challenge in developing countries, particularly in the Democratic Republic of Congo, where mechanisms for controlling industrial discharges remain limited. This study aims to characterize the physicochemical quality of the waters of the Lukala River, a waterway receiving industrial effluents from the Lukala cement plant, located in the Kongo Central province. Water samples were collected upstream and downstream of the industrial discharge point during the dry season of 2024. The parameters analyzed included pH, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids (TDS), turbidity, suspended solids (SS), dissolved oxygen (DO), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), nutrients (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), as well as certain major ions and heavy metals (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe, Pb, Cd, Ni). The results reveal a significant degradation of the physicochemical quality of the water downstream of the cement plant, characterized by an increase in alkalinity, conductivity, suspended solids, and organic loads. Several parameters exceed the standards recommended by the World Health Organization (WHO) for surface water intended for domestic use. These results highlight the significant impact of industrial discharges from the cement plant on the Lukala River and underscore the need to strengthen environmental management measures and industrial effluent treatment.

KEYWORDS: Water quality, physico-chemistry, industrial discharges, cement plant, Lukala river, DRC.

1. INTRODUCTION

L'eau constitue une ressource naturelle essentielle à la survie des écosystèmes et au développement socio-économique des sociétés humaines. Bien que la planète Terre soit recouverte à près de 70 % d'eau, seule une faible fraction est constituée d'eau douce directement accessible et exploitable par l'homme. Les eaux de surface, notamment les rivières et les fleuves, jouent un rôle fondamental dans l'approvisionnement en eau potable, l'agriculture, l'industrie, la pêche et les activités domestiques (Barbier, 2005 ; Boucher & Dubois, 2007).

Cependant, ces ressources sont de plus en plus menacées par la pollution d'origine anthropique. L'industrialisation croissante, lorsqu'elle n'est pas accompagnée de systèmes efficaces de gestion des effluents, constitue l'une des principales sources de dégradation de la qualité des eaux de surface (Martin & Lefèvre, 2001 ; Dubois, 2019). Les rejets industriels contiennent généralement des charges élevées en matières en suspension, en composés alcalins, en nutriments et en métaux lourds susceptibles d'altérer les caractéristiques physico-chimiques naturelles des cours d'eau récepteurs. L'industrie cimentière est reconnue comme une source potentielle de pollution environnementale, notamment des milieux aquatiques. Les procédés de fabrication du ciment génèrent des effluents liquides riches en particules fines, en calcium, en magnésium, en sulfates, ainsi qu'en traces de métaux lourds issus des matières premières et des combustibles utilisés (Morel, 2021 ; Lefèvre, 2023). Ces rejets peuvent modifier le pH, augmenter la conductivité électrique et favoriser la sédimentation dans les cours d'eau récepteurs.

Dans les pays en développement, l'absence de stations de traitement performantes et le manque de suivi environnemental accentuent les impacts négatifs de ces industries sur les ressources en eau. Plusieurs études menées en Afrique subsaharienne ont montré que les rivières situées à proximité des cimenteries présentent des altérations physico-chimiques significatives, compromettant leur usage pour la consommation humaine et les activités agricoles (Fournier, 2015 ; Gagnon, 2016).

La rivière Lukala, située dans le territoire de Mbanza-Ngungu, province du Kongo Central, constitue une ressource hydrique importante pour les populations riveraines. Elle est utilisée pour l'approvisionnement en eau domestique, l'irrigation, la pêche artisanale et diverses activités économiques locales. Toutefois, ce cours d'eau reçoit directement les rejets industriels de la cimenterie de Lukala, l'une des principales installations industrielles de la région.

En l'absence de données scientifiques détaillées sur l'état physico-chimique de cette rivière, il apparaît nécessaire de mener une étude approfondie afin d'évaluer l'impact réel des rejets industriels sur la qualité de ses eaux. Une telle évaluation constitue une base indispensable pour la mise en place de stratégies de gestion durable des ressources en eau et de protection de la santé des populations riveraines.

Pour mieux guider cette recherche, la question suivante est posée :

Est-ce que les rejets industriels de la cimenterie de Lukala affectent vraiment de manière significative la qualité physico-chimique des eaux de la Rivière Lukala ?

En cette question, la réponse proposée provisoirement est la suivante :

Les rejets industriels de la cimenterie de Lukala affecteraient significativement la qualité physico-chimique des eaux de la Rivière Lukala.

L'objectif principal poursuivi dans cette recherche est de caractériser d'une manière physico-chimique des eaux de la rivière Lukala en amont et en aval de la cimenterie de Lukala. Pour atteindre cet objectif, les objectifs spécifiques suivants sont poursuivis :

- ✓ Identifier les paramètres physico-chimiques affectés par les rejets industriels ;
- ✓ Évaluer le degré de dégradation de la qualité de l'eau au regard des normes internationales ;
- ✓ Mettre en évidence l'influence spécifique de l'activité cimentière sur les propriétés physico-chimiques du milieu aquatique étudié.

2. ZONE D'ÉTUDE, MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La présente étude a été réalisée sur la rivière Lukala, un cours d'eau situé dans le territoire de Mbanza-Ngungu, province du Kongo Central, en République Démocratique du Congo. Cette province est caractérisée par une forte activité industrielle, notamment dans le secteur de la transformation des matières premières minérales, dont la production de ciment.

La rivière Lukala prend sa source dans les zones collinaires du Bas-Congo et traverse plusieurs agglomérations avant de recevoir les rejets industriels liquides de la cimenterie de Lukala. En aval de ce point de rejet, les eaux de la rivière sont largement utilisées par les populations locales pour des usages domestiques (lessive, vaisselle), agricoles (irrigation) et parfois pour l'abreuvement du bétail.

Le climat de la région est de type tropical humide, marqué par une alternance entre une saison des pluies (octobre à mai) et une saison sèche (juin à septembre). Cette variabilité saisonnière influence fortement les caractéristiques hydrologiques et physico-chimiques des eaux de surface.



Au milieu en face de la cimenterie de Lukala

En amont (rivière Lukala)



En aval (rivière Lukala)

2.2 CHOIX ET DESCRIPTION DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

Afin d'évaluer l'impact des rejets industriels de la cimenterie sur la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Lukala, trois sites de prélèvement ont été sélectionnés selon une approche comparative amont-aval :

- ✓ Site S1 (Amont) : situé en amont du point de rejet industriel, considéré comme zone de référence relativement peu influencée par les activités de la cimenterie ;
- ✓ Site S2 (Point de rejet) : localisé au niveau immédiat du déversement des effluents industriels de la cimenterie dans la rivière ;
- ✓ Site S3 (Aval) : situé à environ 500 à 800 mètres en aval du point de rejet, représentant la zone d'impact direct des effluents industriels.

Ce dispositif spatial permet de mettre en évidence les variations des paramètres physico-chimiques attribuables spécifiquement aux rejets industriels.

2.3 PÉRIODE ET FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les campagnes d'échantillonnage ont été réalisées durant la saison sèche de l'année 2024, période caractérisée par un faible débit de la rivière, favorisant une meilleure détection des impacts liés aux rejets industriels. Les prélèvements ont été effectués à raison de deux campagnes mensuelles, avec des échantillons prélevés le matin entre 8 h et 11 h afin de limiter l'influence des variations diurnes.

En dehors des paramètres analysés In situ, les autres ont été analysés en laboratoire de l'Agence Congolaise de l'Environnement (ACE) Gombe



Réalisation des analyses en laboratoire de l'Agence Congolais de l'Environnement (ACE)

3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué des analyses physico-chimiques pour caractériser et évaluer les propriétés de l'eau de la rivière Lukala. Ces analyses ont permis de mesurer divers paramètres, qui sont présentés et interprétés ici en fonction des critères ou des normes de référence. Les échantillons ont été prélevés à trois sites spécifiques : en amont (2 sites), au milieu (1 site), et en aval (2 sites) de la rivière. Pour chaque paramètre, des graphiques ont été réalisés afin d'analyser et de comparer les différences observées entre ces sites.

3.1 RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES (IN SITU)

1. TEMPÉRATURE (T°)

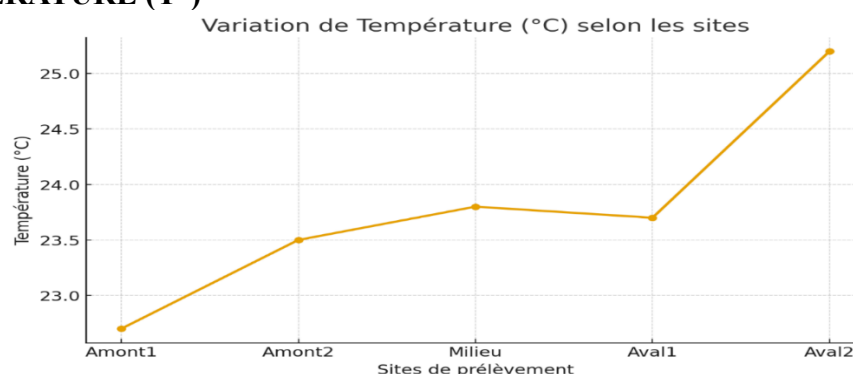


Figure 1: Température (T°)

- ✓ Amont : 22,7°C (matin) – 24,2°C (soir), variation normale (22-25°C).
- ✓ Milieu : 23,8°C – 24,6°C, légère élévation.
- ✓ Aval : 23,7°C – 25,2°C, avec un pic au midi (25,2°C).

Analyse :

La température reste dans l'intervalle toléré (22-25°C) sauf une légère élévation à l'aval à midi (25,2°C). Cette augmentation pourrait être liée aux rejets thermiques de la cimenterie ou à une moindre couverture végétale qui favorise l'ensoleillement direct. Une eau plus chaude réduit la solubilité de l'oxygène dissous et peut influencer la croissance microbienne, ce qui se reflète dans les valeurs d'O.D.

2. PH

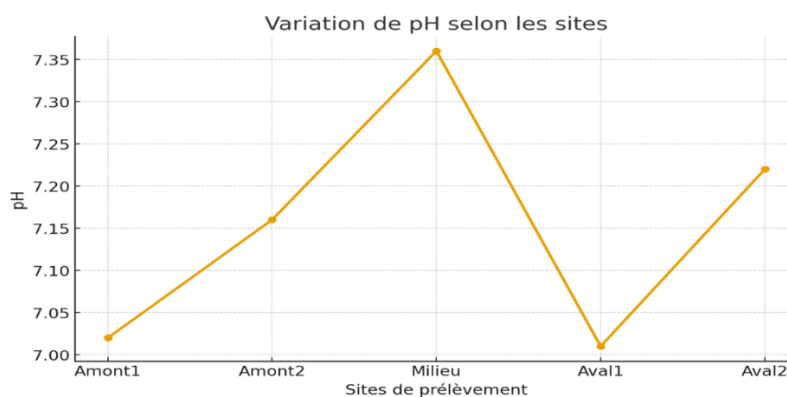


Figure 2: pH

- ✓ Amont : 7,02 – 7,16 (neutre, conforme aux normes 6,5–8,5).
- ✓ Milieu : 7,36 – 7,53 (tendance légèrement alcaline).
- ✓ Aval : 7,01 – 7,22 (quasi neutre).

Analyse

L'eau est globalement neutre à légèrement alcaline. La légère hausse observée au milieu (jusqu'à 7,53) peut s'expliquer par les rejets riches en particules basiques issues de la fabrication du ciment (CaO, hydroxydes). Cette alcalinité peut modifier l'équilibre ionique, favoriser la précipitation de certains métaux et influencer la biodisponibilité du phosphore.

3. CONDUCTIVITÉ (COND.)

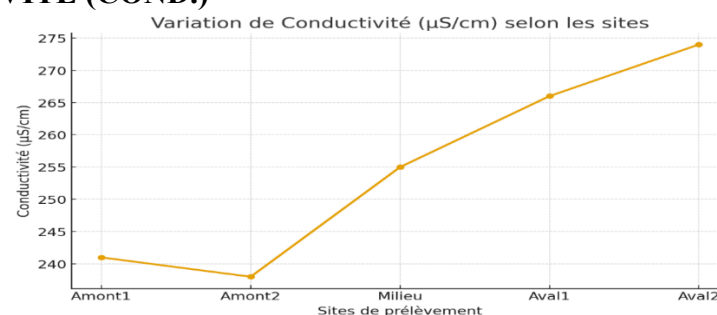


Figure 3: Conductivité (Cond.)

- ✓ Amont : 238–241 µS/cm (<1000, conforme).
- ✓ Milieu : 230–255 µS/cm.
- ✓ Aval : 255–274 µS/cm.

Analyse :

La conductivité augmente de l'amont vers l'aval ($\approx +30 \mu\text{S/cm}$). Elle traduit une charge ionique accrue, possiblement due aux rejets riches en sulfates, chlorures et cations (Ca^{2+} , K^{+} , Na^{+}) identifiés en laboratoire. Bien que les valeurs restent inférieures aux normes (<1000 µS/cm), cette élévation relative témoigne d'un apport anthropique en sels dissous.

4. OXYGÈNE DISSOUS (O.D)

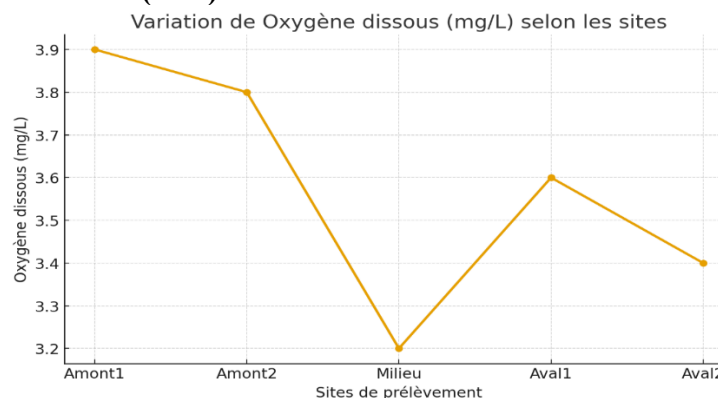


Figure 4: Oxygène Dissous (O.D)

- ✓ Amont : 3,8 – 3,9 mg/L.
- ✓ Milieu : 3,0 – 3,2 mg/L (la plus faible valeur).
- ✓ Aval : 3,4 – 3,7 mg/L.

Analyse :

Toutes les valeurs sont nettement inférieures à la norme de 7 mg/L. La baisse au niveau du site de l'usine (3,0 mg/L) est un indicateur de forte demande en oxygène par la matière organique et certains composés chimiques. La faible teneur en O.D compromet la survie des organismes aquatiques sensibles et favorise l'implantation de bactéries anaérobie.

5. TOTAL DISSOLVED SOLIDS (TDS)

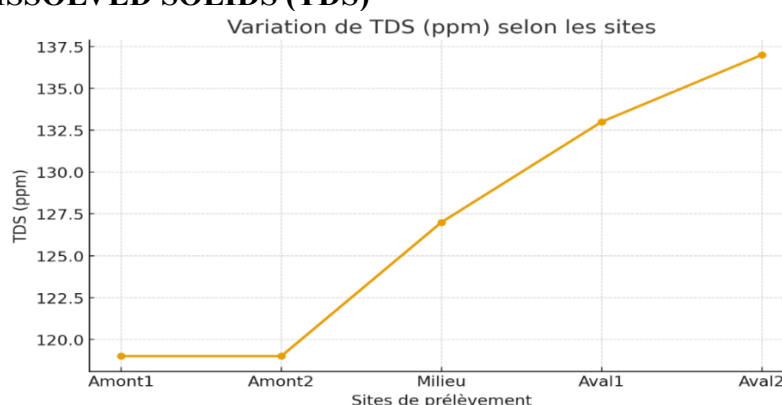


Figure 5: Total Dissolved Solids (TDS)

- ✓ Amont : 119 ppm.
- ✓ Milieu : 115–127 ppm.
- ✓ Aval : 127–137 ppm.
- ✓ Norme : ≤ 200 ppm.

Analyse

Les valeurs sont conformes mais en augmentation vers l'aval. Cette tendance confirme la charge croissante en sels dissous (sulfates, potassium, calcium) due aux rejets de la cimenterie.

6. POTENTIEL D'OXYDO-RÉDUCTION (POR)

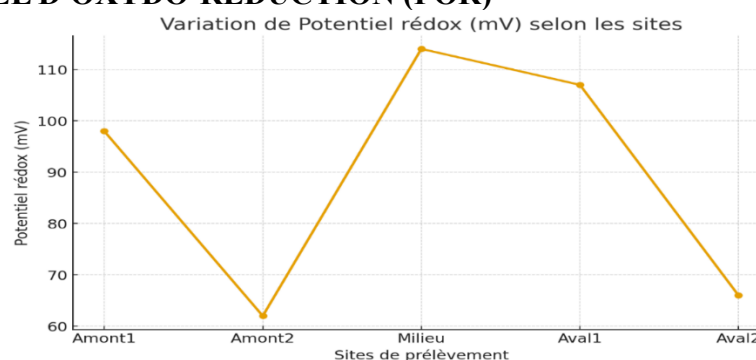


Figure 6 : Potentiel d'Oxydo-Réduction (POR)

- ✓ Amont : 28–98 mV (norme 200–500 mV).
- ✓ Milieu : 27–114 mV.
- ✓ Aval : 20–107 mV.

Analyse

Toutes les valeurs sont inférieures à la norme minimale (200 mV), indiquant un milieu réducteur. Cela traduit une forte activité de dégradation de la matière organique et une limitation de l'oxydation des polluants. Dans un tel contexte, les métaux lourds peuvent rester sous des formes solubles plus toxiques, et les bactéries anaérobies pathogènes peuvent se développer.

3.2 RÉSULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES (EN LABORATOIRE)

Pour les analyses physico-chimiques effectuées en laboratoire de l'Agence Congolaise d'Environnement (ACE) direction générale à Gombe, nous avons comparé chaque paramètre sur trois sites distincts (EC1 et EC2 : amont, EC3 : milieu, EC4 et EC5 : aval), en évaluant leurs variations de l'amont vers l'aval tout en tenant compte des normes de qualité de l'eau établies par l'OMS.

Les résultats révèlent une variation complexe de la qualité de l'eau, avec des indications de pollution organique et minérale. Des concentrations élevées de phosphates, de nitrates et de DCO indiquent une certaine contamination, particulièrement marquée en aval. Bien que les niveaux de métaux lourds (plomb, nickel, cadmium) soient faibles, ils nécessitent une surveillance continue.

1. TURBIDITÉ (T, NTU)

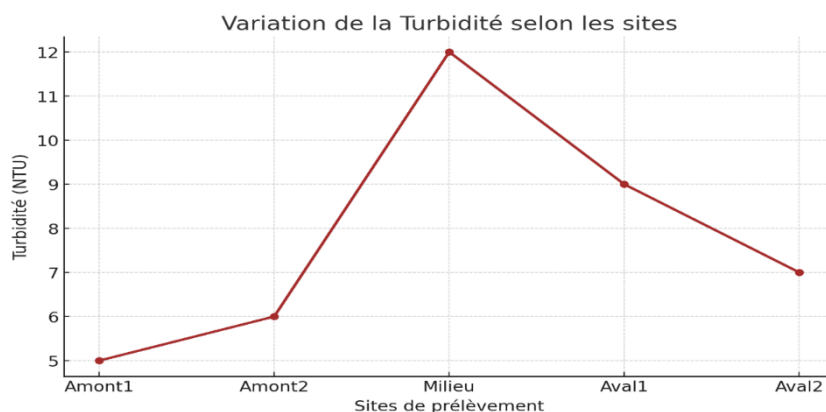


Figure 7: Turbidité (T, NTU)

La turbidité augmente en aval, indiquant probablement une augmentation des particules en suspension, telles que des sédiments, des matières organiques ou des polluants. L'augmentation de la turbidité en aval peut être causée par des apports provenant de sources agricoles, industrielles ou urbaines.

2. MATIÈRES EN SUSPENSION (MES, MG/L)

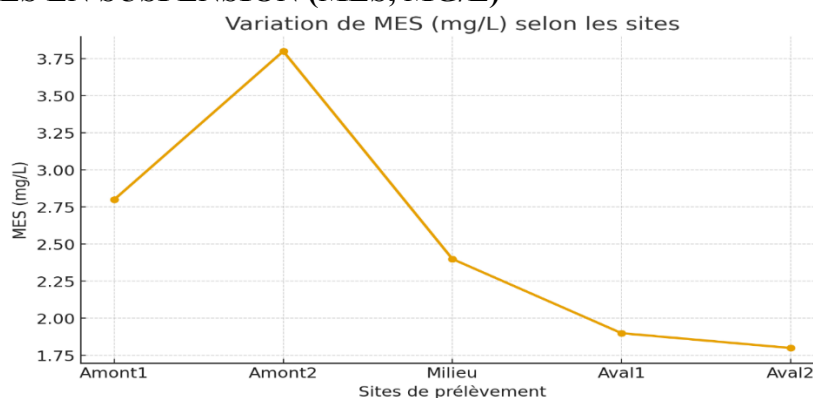


Figure 8 : Matières En Suspension (MES, mg/l)

Les MES diminuent en aval, ce qui peut suggérer une décantation ou une filtration naturelle des particules au fur et à mesure que l'eau se déplace. La présence de MES est un indicateur de pollution organique et minérale, et des valeurs élevées peuvent nuire à la vie aquatique.

3. DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE (DCO, MGO₂/L)

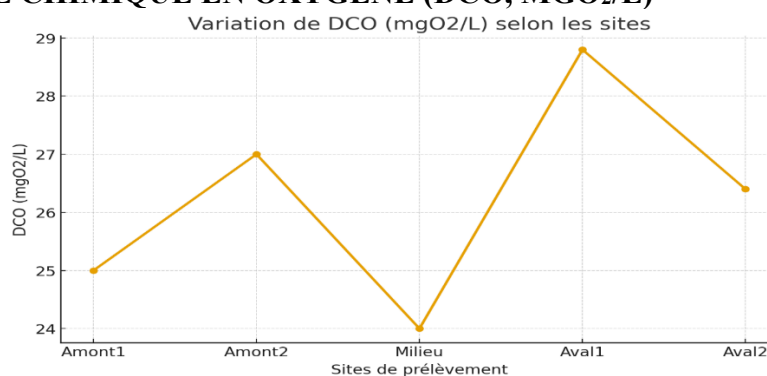


Figure 9: Demande Chimique en Oxygène (DCO, mgO₂/l)

La DCO mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances organiques et inorganiques. Elle reste relativement stable entre amont et milieu, mais augmente en aval, ce qui peut signaler une augmentation de la pollution organique ou des substances réactives en aval.

4. DEMANDE BIOLOGIQUE EN OXYGÈNE À 5 JOURS (DBO₅, MGO₂/L)

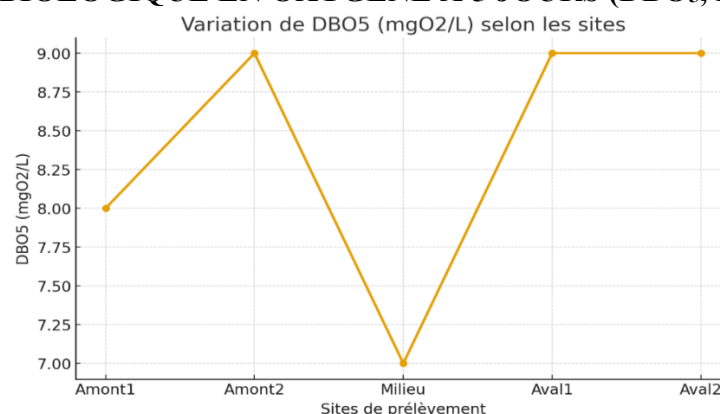


Figure 10: Demande Biologique en Oxygène à 5 jours (DBO₅, mgO₂/l)

La DBO₅ est un indicateur de la quantité de matière organique dégradable. Les valeurs restent relativement constantes entre amont et aval, indiquant une pollution organique similaire tout au long de la rivière. La DBO₅ élevée peut nuire à la qualité de l'eau, car elle réduit la disponibilité de l'oxygène dissous pour les organismes aquatiques.

5. AMMONIUM (NH₄⁺, MG/L)

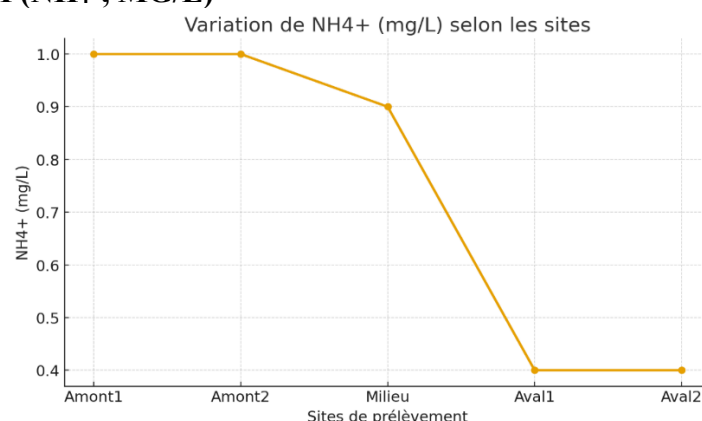


Figure 11: Ammonium (NH₄⁺, mg/l)

Les concentrations d'ammonium diminuent à mesure que l'on passe de l'amont à l'aval, ce qui pourrait indiquer que des processus biologiques ou des mécanismes de filtration naturelle dans la rivière éliminent l'ammonium.

6. PHOSPHATE (PO₄³⁻, MG/L)

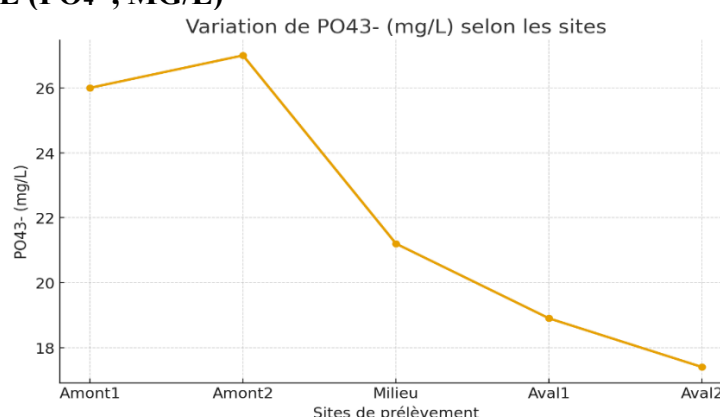


Figure 12: Phosphate (PO₄³⁻, mg/l)

Les phosphates, provenant souvent des activités agricoles, diminuent de l'amont à l'aval. Cependant, les concentrations restent relativement élevées, suggérant une pollution diffuse ou ponctuelle due aux engrais ou à d'autres sources agricoles.

7. NITRITE (NO_2^- , MG/L)

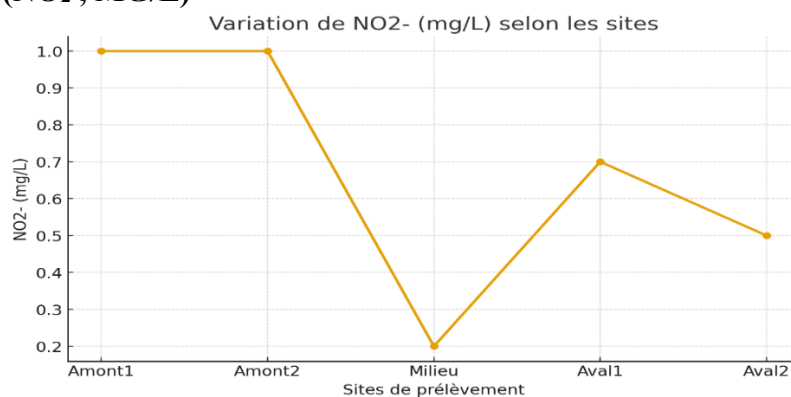


Figure 13: Nitrite (NO_2^- , mg/l)

Les concentrations de nitrites diminuent de l'amont au milieu, mais remontent en aval. Cette fluctuation peut être liée à des sources locales de pollution, comme des effluents agricoles ou industriels.

8. NITRATE (NO_3^- , MG/L)

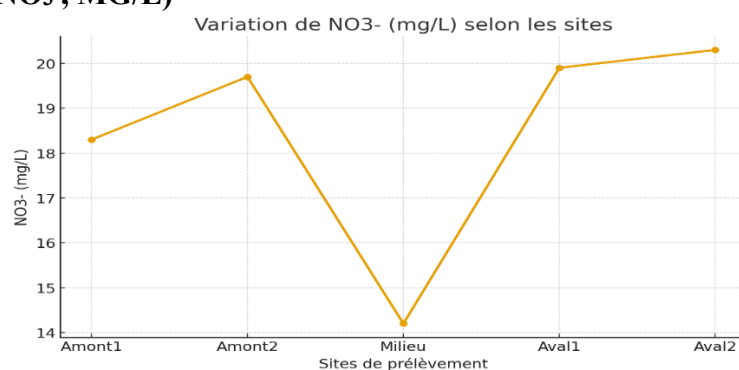


Figure 14: Nitrate (NO_3^- , mg/l)

Les nitrates diminuent en milieu avant de remonter en aval, ce qui pourrait indiquer des sources locales d'apport ou des processus de dénitrification.

9. SULFATES (SO_4^{2-} , MG/L)

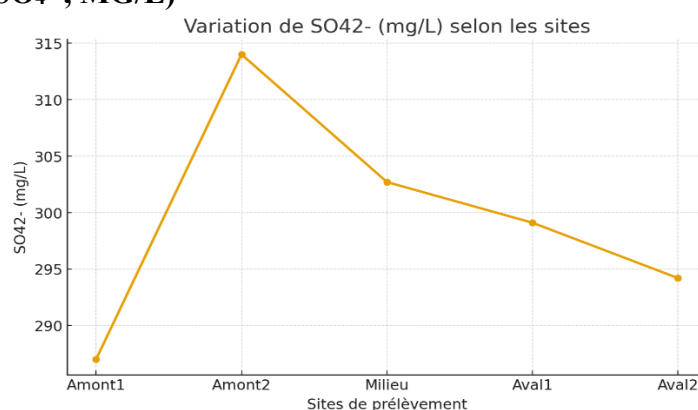


Figure 15: Sulfates (SO_4^{2-} , mg/l)

Les sulfates restent relativement stables tout au long de la rivière, indiquant que les apports en sulfates sont constants.

10. POTASSIUM (K^+ , MG/L)

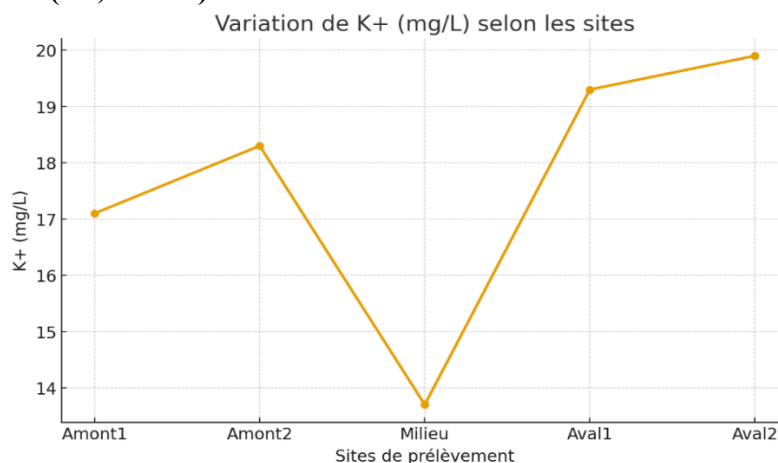


Figure 16: Potassium (K^+ , mg/l)

Les concentrations de potassium augmentent en aval, ce qui peut être lié à des apports agricoles ou à la lixiviation de sols riches en potassium.

11. SODIUM (Na^+ , MG/L)

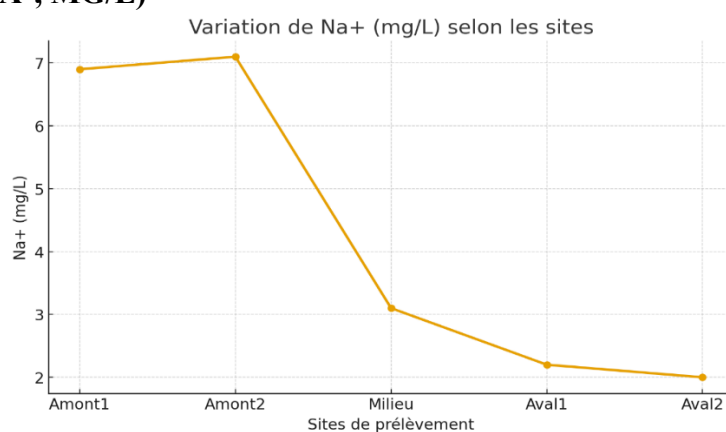


Figure 17: Sodium (Na^+ , mg/l)

Le sodium diminue en aval, ce qui peut indiquer une dilution ou une filtration naturelle au fur et à mesure que l'eau se déplace.

12. CALCIUM (CA, MG/L)

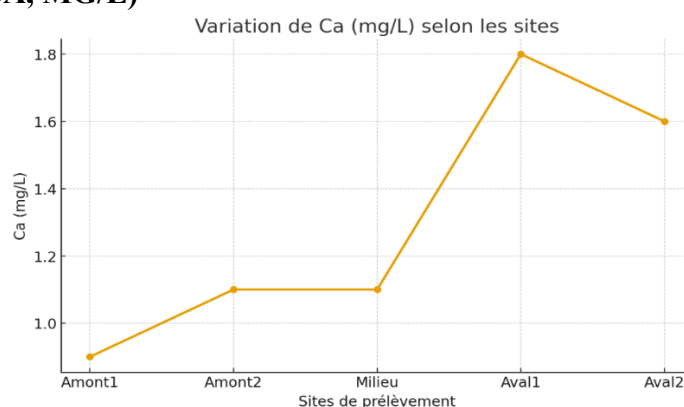


Figure 18: Calcium (Ca, mg/l)

Le magnésium augmente de manière significative en aval, ce qui peut être dû à des apports de sources locales ou à la dissolution des minéraux dans les sédiments.

13. MAGNÉSIUM (MG, MG/L)

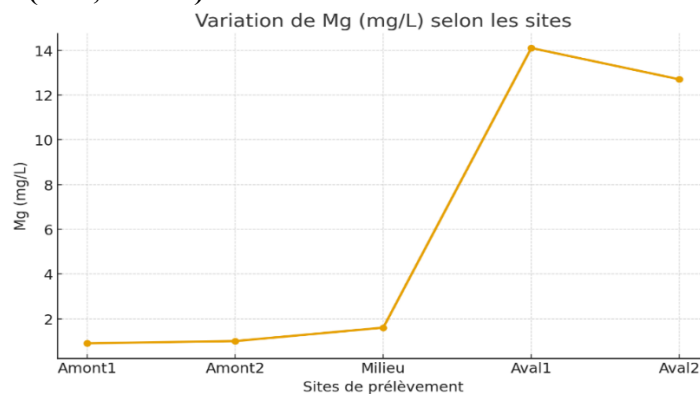


Figure 19: Magnésium (Mg, mg/l)

Le magnésium augmente de manière significative en aval, ce qui peut être dû à des apports de sources locales ou à la dissolution des minéraux dans les sédiments.

14. FER (FE, MG/L)

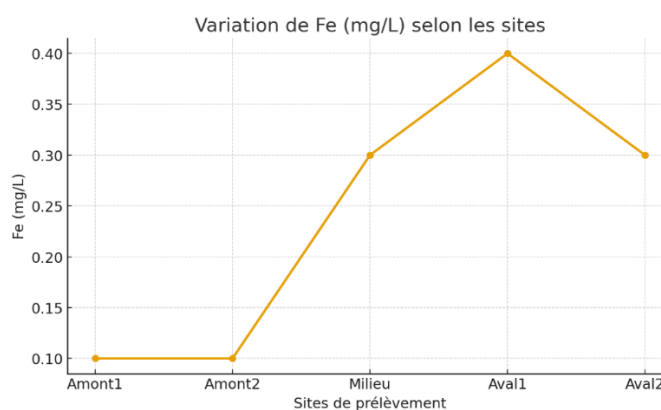


Figure 20: Fer (Fe, mg/l)

Les concentrations de Fer restent relativement constantes entre amont et aval. Le Fer n'est généralement pas un problème à de faibles concentrations, bien que des niveaux élevés soient préoccupants.

15. NICKEL (NI, µG/L)

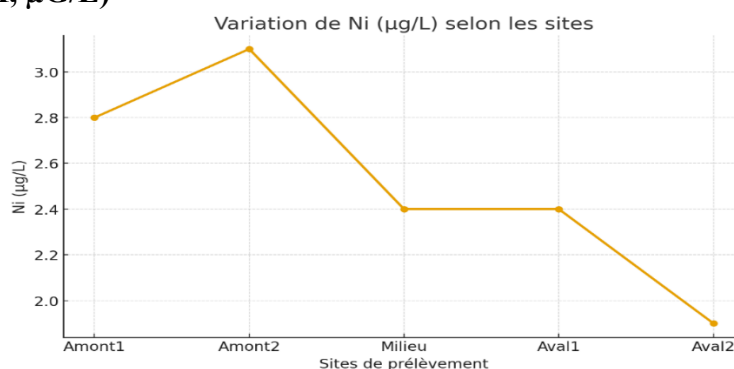


Figure 21: Nickel (Ni, µg/l)

Les concentrations de nickel restent relativement constantes entre amont et aval. Le nickel n'est généralement pas un problème à de faibles concentrations, bien que des niveaux élevés soient préoccupants

16. CADMIUM (CD, $\mu\text{G/L}$)

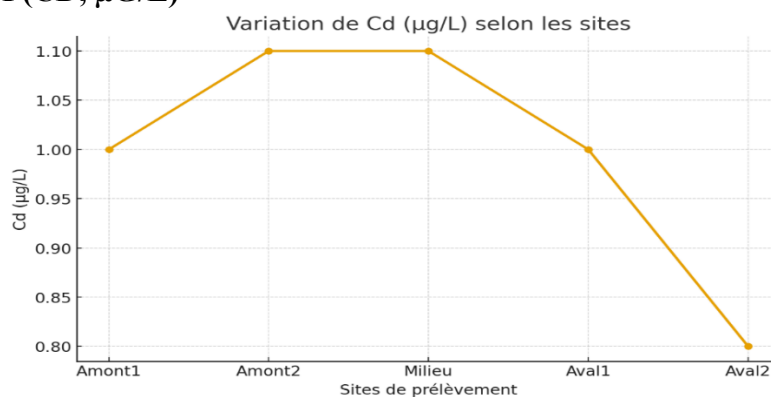


Figure 22: Cadmium (Cd, $\mu\text{g/l}$)

Le cadmium reste relativement stable et reste dans les limites de sécurité, mais des niveaux élevés peuvent être toxiques.

17. PLOMB (PB, $\mu\text{G/L}$)

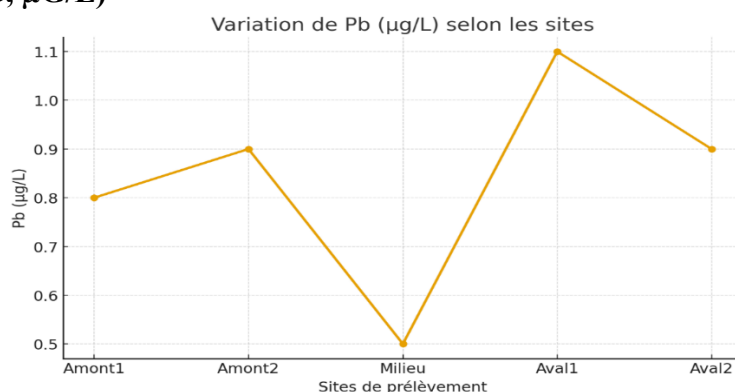


Figure 23: Plomb (Pb, $\mu\text{g/l}$)

Les niveaux de plomb varient entre les sites, mais restent relativement faibles. Cependant, le plomb peut être toxique à des concentrations plus élevées.

18. CHLORURE (Cl^- , MG/L)

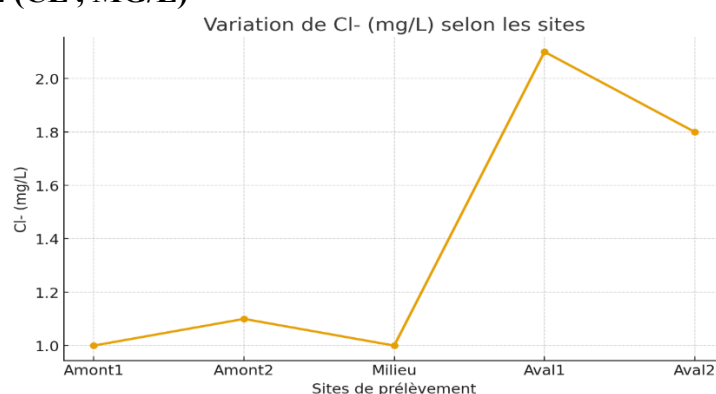


Figure 24: Chlorure (Cl^- , mg/l)

Les concentrations de chlorure augmentent en aval, ce qui peut être dû à des apports anthropiques, tels que les sels de déneigement ou l'agriculture.

19. SILICE (SiO₂, MG/L)

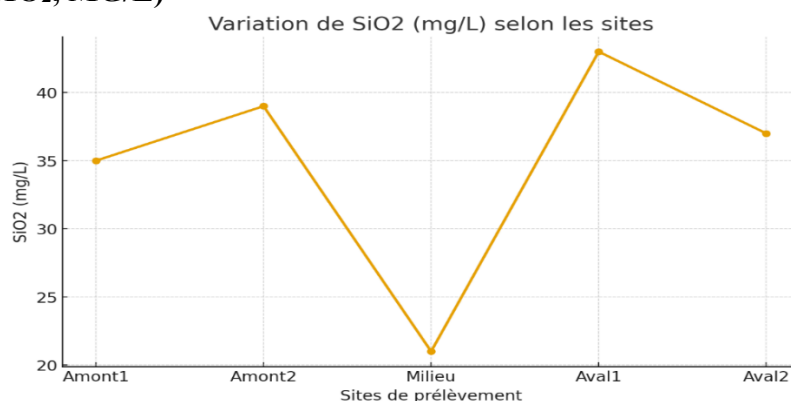


Figure 25: Silice (SiO₂, mg/l)

La concentration de silice fluctue mais reste relativement stable. La silice n'est généralement pas préoccupante dans les niveaux mesurés.

4. DISCUSSION

4.1 INFLUENCE DES REJETS DE LA CIMENTERIE SUR LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Les résultats obtenus dans la présente étude mettent clairement en évidence une dégradation progressive de la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Lukala en aval du point de rejet industriel de la cimenterie. Cette dégradation se manifeste principalement par une augmentation du pH, de la conductivité électrique, des matières en suspension, ainsi que des charges organiques et chimiques, accompagnée d'une diminution de l'oxygène dissous.

L'élévation du pH observée en aval est caractéristique des effluents issus de l'industrie cimentière, riches en composés alcalins tels que les carbonates et hydroxydes de calcium. Des observations similaires ont été rapportées par Fournier et al. (2015) en Côte d'Ivoire et par Morel (2021) dans des études menées sur des rivières réceptrices d'effluents industriels de cimenteries en Afrique centrale.

4.2 MINÉRALISATION ET CHARGE PARTICULAIRE

La forte augmentation de la conductivité électrique et des TDS en aval traduit une minéralisation excessive des eaux, liée à l'apport d'ions dissous provenant des procédés industriels. Cette situation est comparable à celle observée par Gagnon et al. (2016) au Cameroun, où les rivières proches des sites industriels présentaient des conductivités dépassant largement celles des zones de référence.

Par ailleurs, les concentrations élevées de matières en suspension et de turbidité observées au niveau du point de rejet et en aval sont attribuables aux rejets de particules fines issues du lavage des installations industrielles et du ruissellement des poussières de clinker. Ces particules favorisent la sédimentation et peuvent modifier la morphologie du lit de la rivière à long terme.

4.3 DÉSOXYGÉNATION ET POLLUTION ORGANIQUE

La diminution significative de l'oxygène dissous en aval, couplée à l'augmentation de la DBO₅ et de la DCO, indique une pollution organique et chimique notable. Cette situation est préoccupante, car des concentrations en oxygène dissous inférieures à 5 mg/L peuvent affecter la survie des organismes aquatiques les plus sensibles.

Le rapport élevé DCO/DBO₅ suggère la présence de composés difficilement biodégradables, ce qui est typique des effluents industriels non traités ou insuffisamment traités. Des résultats comparables ont été signalés par Dubois (2019) dans des cours d'eau recevant des rejets industriels en Afrique subsaharienne.

4.4 MÉTAUX LOURDS ET RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

La présence accrue de métaux lourds tels que le fer, le plomb et le cadmium en aval de la cimenterie constitue un risque environnemental et sanitaire potentiel. Même lorsque les concentrations restent proches des seuils réglementaires, l'exposition chronique et la bioaccumulation dans la chaîne alimentaire peuvent entraîner des effets toxiques à long terme pour les populations riveraines.

Ces résultats corroborent les travaux de Lefebvre et al. (2023), qui soulignent que les industries cimentières peuvent être des sources non négligeables de métaux lourds dans les milieux aquatiques lorsqu'aucun traitement adéquat des effluents n'est mis en place.

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

5.1 CONCLUSION

La présente étude a permis de caractériser de manière détaillée la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Lukala soumise aux rejets industriels de la cimenterie de Lukala. Les résultats montrent que :

- ✓ les eaux en aval de la cimenterie présentent une alcalinisation significative ;
- ✓ la minéralisation, la turbidité et les matières en suspension augmentent fortement après le point de rejet ;
- ✓ les paramètres liés à la pollution organique (DBOs, DCO) dépassent les valeurs observées en amont ;
- ✓ la diminution de l'oxygène dissous témoigne d'une altération du fonctionnement écologique du cours d'eau ;
- ✓ certains métaux lourds atteignent des concentrations préoccupantes.

Ces observations confirment l'impact notable des rejets industriels de la cimenterie sur la qualité physico-chimique des eaux de la rivière Lukala.

5.2 RECOMMANDATIONS

Au regard des résultats obtenus, les recommandations suivantes sont proposées :

- ✓ la mise en place ou l'amélioration d'une station de traitement des effluents industriels au niveau de la cimenterie ;
- ✓ le renforcement du suivi environnemental régulier de la qualité des eaux de la rivière Lukala ;
- ✓ la sensibilisation des populations riveraines sur les risques liés à l'utilisation directe des eaux contaminées ;
- ✓ la poursuite d'études complémentaires intégrant les aspects microbiologiques et écotoxicologiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. APHA (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition.
2. Barbier, J. (2005). Gestion intégrée des ressources en eau. Paris : Dunod.
3. Buluku, A. (2024). Caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau de robinet de la division d'assainissement de Limete Kinshasa stockée à des fins domestiques. Journal of advance research in medical and health science. ISSN: 2208-2425
4. Dubois, P. (2019). Pollution industrielle et qualité des eaux de surface en Afrique subsaharienne. Revue Africaine de l'Environnement, 12(2), 45–62.
5. Fournier, M., Kouassi, A., & Traoré, K. (2015). Impact des effluents industriels sur les eaux de surface en Afrique de l'Ouest. Journal of Environmental Studies, 8(1), 23–39.
6. Gagnon, L., Ndzié, E., & Ndzié, J. (2016). Évaluation physico-chimique des eaux de rivières exposées aux activités industrielles. African Journal of Water Science, 4(3), 101–115.
7. Lefebvre, R., Martin, S., & Ndaye, M. (2023). Métaux lourds et industries cimentières : impacts environnementaux. Environmental Monitoring Review, 15(4), 211–229.
8. OMS (2017). Directives de qualité pour l'eau de boisson. Organisation Mondiale de la Santé.
9. Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009). L'analyse de l'eau (9e éd.). Dunod, Paris.
10. Wansende Fiasolua, W., Iungbi Singa, N., Matondo Falanga, J., Ngelinkoto, M., & Buluku Ekwakwa, A. (2024). Caractérisation physico-chimique et bactériologique de l'eau du robinet de la division d'assainissement de Limete – Kinshasa stockée à des fins domestiques. Journal of Advanced Research in Medical and Health Science, 10(10), 25–32. <https://doi.org/10.61841/k4zzcx15>
11. Iungbi Singa, N., Wansende Fiasolua, W., & Buluku Ekwakwa, A. (2024). Caractérisation physico-chimique des eaux souterraines des sources non aménagées de la commune de Kisangani dans la ville de Kisangani (RDC). Journal of Advance Research in Food, Agriculture and Environmental Science. <https://doi.org/10.61841/58p8yj46>.