

ORIGINALE ARTICLE

ÉVALUATION DE LA POLLUTION DES EAUX ET DU SOLS DES ZONES D'ORPAILLAGE A SIGUIRI EN GUINÉE



Assessment of Water and Soil Pollution in Gold Mining Areas in Siguiri, Guinea

| Mamoudou CISSE² | Nouhan KEITA^{2*} | Fodé Salifou SOUMAH³ | Soumaila CONDE⁴ | et | Lancine SANGARE⁵ |

1. Direction préfectorale de l'environnement et du Développement durable de Siguiri | Guinée |
2. Université de N'Zérékoré, Département de Génie de l'Environnement | Guinée |
3. Université Julius Nyerere de Kankan, BP 209 Kankan-Guinée | Centre de recherche et de documentation environnementale de la Basse Guinée, BP 142 Kindia-Guinée |
4. Université Julius Nyerere de Kankan | BP 209 Kankan | Guinée |
5. Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire de Faranah | Guinée |

| DOI: [10.5281/zenodo.15444055](https://doi.org/10.5281/zenodo.15444055) | Received May 07, 2025 | Accepted May 13, 2025 | Published May 16, 2025 | ID Article | Keita-Ref5-5-20ajiras079525 |

RÉSUMÉ

Introduction : L'exploitation artisanale de l'or constitue une source majeure de revenus pour les populations de la préfecture de Siguiri, en Guinée. Toutefois, cette activité engendre d'importantes dégradations environnementales, en particulier la pollution des cours d'eau et des sols, affectant les affluents du fleuve Niger dans la région. **Objectif :** Cette étude vise à évaluer les risques de pollution des eaux et des sols dans les zones d'orpaillage des sous-préfectures de Kintian et Doko. **Méthodologie :** L'approche repose sur l'analyse d'échantillons d'eau et de sol collectés à différents points des cours d'eau, notamment la rivière Kôba. Les résultats ont été comparés aux normes environnementales de la Banque mondiale. Une enquête de terrain a également été menée auprès des orpailleurs afin de documenter les pratiques de lavage et de gestion des effluents issus de l'orpaillage. **Résultats :** Les données d'enquête indiquent que 40,5 % des orpailleurs utilisent la calebasse pour le lavage, 49,9 % recourent aux tapis, et 9,9 % à d'autres techniques, telles que le « Daïfa ». Concernant la gestion des eaux usées, 38 % des orpailleurs rejettent directement les effluents dans les rivières, 28 % les déversent dans la nature, 31 % utilisent des puits perdus, et 3 % adoptent d'autres méthodes. L'analyse physico-chimique de l'eau de la rivière Kôba révèle un pH presque neutre et la présence de traces de métaux lourds. **Conclusion :** Les résultats mettent en évidence une contamination croissante des écosystèmes aquatiques et terrestres dans les zones d'orpaillage de Siguiri. Sans mesures appropriées, ces pollutions pourraient s'aggraver, affectant durablement l'environnement et la santé des populations locales.

Mots-clés : Risque, Orpaillage, Pollution, Eau, Sol, Siguiri.

ABSTRACT

Introduction: Artisanal gold mining is a major source of income for the population of Siguiri Prefecture, Guinea. However, this activity causes significant environmental degradation, particularly the pollution of water bodies and soils, affecting the tributaries of the Niger River in the region. **Objective:** This study aims to assess the risks of water and soil pollution in the gold mining areas of the sub-prefectures of Kintian and Doko. **Methodology:** The approach is based on the analysis of water and soil samples collected at various points along local watercourses, including the Kôba River. The results were compared with the World Bank's environmental standards. A field survey was also conducted among gold miners to document their gold-washing techniques and effluent management practices. **Results:** Survey data show that 40.5% of miners use calabashes for washing, 49.9% use carpets, and 9.9% employ other methods such as "Daïfa." Regarding wastewater management, 38% discharge their effluents directly into rivers, 28% release them into the open environment, 31% use soak pits, and 3% apply alternative methods. Laboratory analysis of Kôba River water revealed an almost neutral pH and trace levels of heavy metals. **Conclusion:** The findings highlight increasing contamination of aquatic and terrestrial ecosystems in the gold mining zones of Siguiri. Without appropriate mitigation measures, this pollution could intensify, posing long-term risks to both the environment and public health.

Keywords: Risk, Gold Mining, Pollution, Water, Soil, Siguiri.

1. INTRODUCTION

L'orpaillage artisanal, bien qu'il soit souvent perçu comme une activité économique génératrice de revenus pour des milliers de populations dans les zones rurales, soulève des enjeux environnementaux majeurs. Cette pratique, qui consiste à extraire de l'or de manière non réglementaire à l'aide de techniques manuelles et rudimentaires, entraîne plusieurs conséquences très négatives sur le sol et les écosystèmes aquatiques. Cette activité est particulièrement dangereuse et peut être à l'origine de nombreux problèmes environnementaux et sociaux (Mokam et al., 2017) [1]. Tous les milieux récepteurs sont affectés par l'exploitation artisanale de l'or. Des activités comme le broyage du minerai libèrent de grandes quantités de gaz, de fumées et de particules dans l'atmosphère. La combustion de l'amalgame de mercure produit des vapeurs hautement toxiques. L'exploitation entraîne la création de puits, de trous et le déboisement, affectant gravement la qualité du sol. Elle provoque l'infertilité du sol en réduisant l'infiltration d'eau et la matière organique. De plus, l'exploitation artisanale entraîne une coupe abusive du bois, ce qui provoque la disparition

de la flore et de la niche écologique de plusieurs espèces animales qui sont exposées à la disparition ou à la migration (Cissé, 2019) [2].

En outre, les mauvaises odeurs proviennent de la décomposition des déchets solides et liquides générés par les mineurs, qui utilisent souvent la nature comme toilettes. L'évaluation de ces enjeux est essentielle pour comprendre l'ampleur des dégâts causés par cette activité et pour envisager des solutions durables. À l'échelle mondiale, les ressources en eau sont gravement menacées par l'orpailage. En Amérique du Sud, les Guyanes font face à la destruction des forêts et des rivières, ainsi qu'à l'exposition de la population locale à la pollution due à l'orpailage illégal (Coppel, 2008) [3]. En Afrique, dans la région du Liptako Nigérien, la pollution des eaux est aggravée par l'orpailage et l'utilisation de produits phytosanitaires dans l'agriculture (Illatou, 2021) [4]. Au Burkina Faso, l'orpailage pollue le seul cours d'eau traversant la commune rurale de Bouroum. Depuis le début de cette activité, les habitants ont observé un changement de la couleur de l'eau et se plaignent de douleurs abdominales après l'avoir consommée, ainsi que de la mort d'animaux (Bohbot, 2017) [5].

Au Sénégal, à Bantako, l'une des caractéristiques de l'orpailage est le recours à des produits chimiques, principalement le cyanure et le mercure (Ndiaye, 2020) [6]. En Guinée, dans la préfecture de Siguiri, précisément dans la sous-préfecture de Kintinian, les activités d'orpailage ont un impact significatif sur les ressources en eau. Le processus de lavage du minerai dans les cours d'eau contribue à leur tarissement rapide et, dans certains cas, à leur disparition (Diallo et al., 2024) [7]. Diallo et al. (2024) [8] soulignent que l'orpailage réduit l'infiltration, ce qui entraîne une baisse du niveau de la nappe phréatique et la perturbation de la qualité des eaux suite au ruissellement. Ils notent également l'ensablement et le comblement des cours d'eau, réduisant ainsi la quantité des eaux de surface. Cela conduit à une turbidité accrue des cours d'eau, une augmentation des crues et une diminution des débits en saison sèche.

Dans la préfecture de Siguiri, plus précisément à Bouré, l'orpailage se pratique depuis le XIe ou XIIe siècle de manière saisonnière. Cette activité s'est poursuivie à l'époque coloniale et est aujourd'hui pratiquée de manière permanente. Hommes et femmes exploitent encore l'or dans les alluvions du grand Niger (Diallo, 2024) [7]. Ils installent des concasseurs au bord des rivières, lavent le minerai avec l'eau de ces rivières et rejettent directement les eaux usées dans ces mêmes rivières. Ils creusent des puits miniers et construisent leurs habitations dans le lit des cours d'eau, sans oublier l'utilisation d'éléments chimiques dangereux uniquement pour obtenir de l'or, entraînant une contamination et une altération de la qualité de l'eau. Cela affecte la chaîne alimentaire, mettant en péril la santé des espèces aquatiques et de la population humaine.

Toutes ces réalités mettent en évidence l'ampleur du problème de la pollution de l'eau par l'exploitation artisanale de l'or et la nécessité urgente de trouver des solutions concrètes pour y remédier. C'est sous cet angle que les cours d'eau de la préfecture de Siguiri en général, et la rivière Kôba en particulier, ne sont pas protégés contre la pollution. C'est dans cette perspective que le thème « Impact de l'orpailage sur la qualité de l'eau de la rivière Kôba dans la commune urbaine de Siguiri » a été sélectionné. Dans cette étude, nous nous sommes fixés comme objectif général de déterminer le degré de pollution des eaux de la rivière Kôba.

2. MATÉRIELS AND MÉTHODES

2.1 Présentation de la zone d'étude

Kintinian est une sous-préfecture située dans la préfecture de Siguiri au nord -est de la Guinée, elle est surtout connue pour sa situation géographique qui permet un accès aux mines d'or dans la région. L'économie locale repose l'agrément sur l'exploitation minière, l'agriculture et l'élevage. Elle est aussi un centre d'activité agricole avec des cultures comme le riz, le maïs, l'arachide et les fruits tropicaux. Doko est également une sous-préfecture de la préfecture de Siguiri. Elle est située au sud de Kintinian et à des caractéristiques similaires en termes d'économies avec une forte présence de l'agriculture et de l'exploitation minière. Comme dans d'autres régions de la haute Guinée, Doko est aussi influencée par l'exploitation aurifère qui est l'une des principales sources de revenus dans la région.

2.2 Méthode

A travers une fiche d'enquête conçue dans la base de données Kobotoolbox et déployer sur Kobokollect nous avons enquêté 123 orpailleurs choisis de façon aléatoire l'enquête à porter sur le mode de lavage du minerai. Pour échantillonner le cours d'eau nous avons choisi 3 stations d'échantillonnage ces stations sont choisies en fonction de leurs accessibilités, leur situation géographique par rapport aux sources de pollution et la profondeur (Pimpec et al., 2002) [9]. Ces échantillons d'eau ont été prélevé tôt le matin de la manière à éviter les contaminations momentanées. Pour prélever l'échantillon, un bocal en polyéthylène d'un litre et demi (1.5L) sera utilisé ; on se place au sens contraire du courant ; après avoir rincé le bocal par l'eau de la rivière, on le plonge dans l'eau par l'ouverture de sorte que l'eau ne puisse pas entrer par la présence de l'air dans le bocal. Arrivé à une profondeur de 30cm on le tourne pour faire face au courant ; ainsi le bocal se rempli d'eau et se vide de l'air. Enfin on le retourne puis on le soulève (Pimpec et al., 2002) [9].

Pour L'échantillonnage du sol nous avons utilisé la méthode d'échantillonnage ciblé qui consiste à prélever à des endroits spécifiques (zone polluées, bordures...).

Pour le prélèvement ont retiré la végétation superficielle et prélève des échantillons à une profondeur de 20 cm ; une masse de 0,5 à 1kg est prélevé et mis dans un sac d'échantillonnage. L'étiquette du sac lieu, profondeur, date, code de l'échantillon.

2.2 Tableau des matériels utilisés

Tableau 1 : Quelques matériels utilisés.

Designation	Usage
Sacs plastiques	Conservation des échantillons de sol
Pelle	Pour prélever les échantillons de sol
Gants propres	Pour éviter de contaminer les échantillons de sol et d'eau
Multimètre	Pour mesurer les paramètres in situ
Glaciaire	Conservation des échantillons d'eau

3. RESULTS

Ces résultats présentent l'enquête auprès des orpailleurs ainsi que l'analyse de plusieurs paramètres physico-chimiques ainsi que des métaux lourds pour différents échantillons d'eau prélevés dans des zones spécifiques, comparés aux directives WB/IFC (WB/IFC Guide line for Mining effluent) pour les effluents miniers. Voici une analyse et une interprétation détaillées.

Il découle de cette figure 1 que les orpailleurs utilisent beaucoup le papis (49,9%). Les eaux issues de ce lavage sont réutilisées puis drainer dans le cours d'eau sous forme d'eau boueuse ce qui entraîne une augmentation considérable de la turbidité. Également 40,5% utilisent les calebasses cette méthode consiste à créer une petite marre dans laquelle on lave le minerai chaque matin l'eau boueuse est dégagé et remplacer par une nouvelle. Ces boues sont drainées dans le cours d'eau par les eaux de ruissellement. La dernière méthode est la plus dangereuse pour l'environnement elle consiste à forer le puits dans le lit du cours d'eau elle est pratiquée par 9,6% ce qui entraîne une augmentation turbidité du cours d'eau ainsi que la perte de la biodiversité.

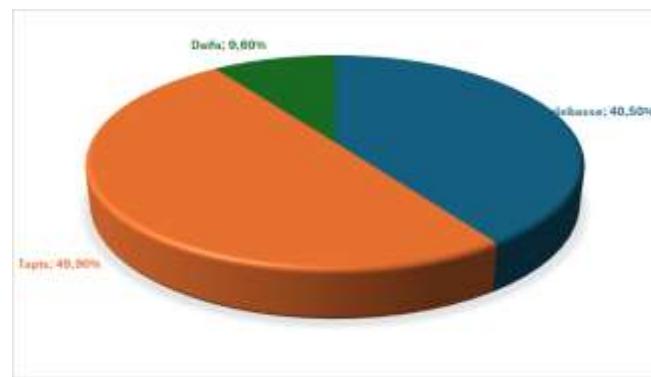


Figure 1 : ce graphe indique la répartition centesimale des différentes pratiques de lavage du minerai pour l'extraction du métal.

Les résultats présentés dans la figure 2 montre que 38% des orpailleurs drainent directement leurs effluents dans le cours d'eau ce qui entraîne une augmentation de la turbidité de l'eau. 28% rejettent dans la nature ; cette boue est drainée dans le cours d'eau par les eaux de ruissellement. Seulement 31% rejettent dans un puits perdu.



Figure 2 : Mode de gestion des eaux usées.

D'après les résultats du tableau 1 nous constatons que les paramètres physico-chimiques sont dans les normes de la

Banque mondial de rejet des effluents minier, le pH varie entre 6,7 et 7,01 ; la conductivité ainsi que le taux de solide dissout (TDS) également dans les normes montrent une faible minéralisation de l'eau. Seule la turbidité qui montre un taux très élevé qui est au-delà de la capacité de notre appareil le turbidimètre AL 450. Cette turbidité trop élevée à des conséquence très négative sur la biodiversité.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des différentes stations d'échantillonnage.

Code de la station	Nom de l'échantillon	Paramètres physico-chimiques					
		PH	Cond ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	TDS (mg/l)	Turb (NTU)	TSS (mg/l)	NO2 (mg/l)
KM	Koba moolman	6,63	33,51	16,55	>EDL	>EDL	0,17
KB	Koba Boukaria	6,85	58,18	28,78	>EDL	>EDL	0,2
KK	Koronkoba	7,18	127,1	63,68	>EDL	>EDL	0,04
WB/IFC Guide line for Mining effluent	6.0-9.0	1500	1000	NA	50	NA	NA

KM : Kôba Moolman, **KB :** Kôba Boukaria, **KK** Koron Kôba.

Les résultats des métaux lourds dans les eaux montrent une contamination par des métaux qui ne sont pas naturellement présent dans l'eau de surface. C'est le cas de la cyanure (Free CN) bien que sa concentration ne dépasse pas la norme. Au niveau de la station KM, nous observons des concentrations élevées de Cuivre (0,82mg/L) et du Nikel (1,25mg/L) ainsi qu'au niveau de la station KB Cuivre (0,78mg/L) et du Nikel (1,35mg/L). La présence de ces métaux démontre qu'il faut faire un suivi permanent de ce cours d'eau qui est en proies à l'orpailage depuis plus de 20 ans.

Tableau 3 : Les résultats de l'analyse des métaux lourds dans l'eau.

Code de la station	Nom de l'échantillon	Les métaux lourds					
		Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Fe (mg/l)	As (mg/l)	Ni (mg/l)	Free CN (mg/l)
KM	Koba moolman	0,82	0,3	0,63	0,015	1,25	<0.03
KB	koba Boukaria	0,78	0,28	0,7	0,004	1,35	<0.03
KK	Koronkoba	0,14	0,01	0,13	<0.001	0,5	<0.03
WB/IFC Guide line for Mining effluent	0,3	0,5	2	0,1	0,5	0,1	0,1

KM: Kôba Moolman, **KB :** Kôba Boukaria, **KK** Koron Kôba.

• Les résultats de l'analyse des échantillons du sol

Le tableau 3 montre une concentration élevée en cuire sur le site KM (0,58mg/L) ainsi que du Nikel (0,55mg/L) qui dépasse la norme guide de la Banque mondiale sur les effluents miniers. Les autres métaux lourds sont dans les fourchettes de cette norme. La présence de tous ces métaux lourds bien qu'étant en trace nous laisse croire à un début de contamination. Tous les échantillons ont un pH compris entre 6,63 et 7,40, ce qui est conforme aux directives WB/IFC (6,0-9,0). Cela indique une eau proche de la neutralité, sans acidité ni alcalinité excessive.

Tableau 4: les résultats des paramètres physico-chimiques du sol.

Code de la station	Nom de l'échantillon	Paramètres						
		Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Fe (mg/l)	As (mg/l)	Ni (mg/l)	Free CN (mg/l)	PH
KM	Koba moolmane	0,58	0,19	1,15	0,043	0,55	<0.03	7,01
KB	koba Boukaria	0,42	0,18	0,65	0,045	0,4	<0.03	6,78
KK	Koronkoba	0,14	0,17	0,55	0,004	0,3	<0.03	6,7
WB/IFC Guidelinefor Mining effluent	0,3	0,5	2	0,1	0,5	0,1	6.0-9.0	NA

KM: Kôba Moolman, **KB :** Kôba Boukaria, **KK** Koron Kôba.

4. DISCUSSION

• Pratiques de lavage du minerai et gestion des eaux usées

Les résultats présentés dans la Figure 1 montrent la répartition centésimale des différentes pratiques de lavage du minerai pour l'extraction du métal. Cette distribution reflète les méthodes traditionnelles utilisées par les orpailleurs de la région. Ces techniques rudimentaires sont similaires à celles observées dans d'autres régions d'Afrique de l'Ouest où l'orpailage artisanal est pratiqué. Selon Persaud et al. (2017) [10], les techniques artisanales utilisées en Afrique subsaharienne impliquent souvent des méthodes de lavage qui génèrent d'importantes quantités d'eaux usées contaminées par divers polluants.

La Figure 2 illustrant le mode de gestion des eaux usées révèle une problématique majeure dans la zone d'étude. On constate que la majorité des eaux usées issues du processus d'extraction sont rejetées directement dans l'environnement sans traitement préalable. Cette pratique corrobore les observations de Rajaee et al. (2015) [11] qui ont montré que dans la plupart des sites d'orpailage artisanal en Afrique de l'Ouest, les eaux contaminées sont déversées directement dans les cours d'eau, augmentant ainsi le risque de contamination des ressources hydriques. En outre, l'analyse des paramètres physico-chimiques des eaux échantillonnées (Tableau 2) révèle plusieurs aspects

préoccupants concernant la qualité des eaux de la rivière Kôba et ses affluents.

- **pH et conductivité**

Les valeurs de pH mesurées dans les trois stations d'échantillonnage (Koba Moolman, Koba Boukaria et Koronkoba) varient de 6,63 à 7,18, se situant dans la plage recommandée par les directives de la Société Financière Internationale (IFC) pour les effluents miniers (6,0-9,0). Ces valeurs indiquent une eau légèrement acide à neutre, ce qui est conforme aux observations de Niane et *al.* (2014) [12] dans les zones d'orpaillage du Sénégal oriental, où les valeurs de pH se situaient généralement entre 6,5 et 7,5.

Cependant, les valeurs de conductivité électrique présentent des variations significatives entre les stations, allant de 33,51 µS/cm à Koba Moolman à 127,1 µS/cm à Koronkoba. Bien que ces valeurs restent inférieures à la limite recommandée par l'IFC (1500 µS/cm), l'augmentation progressive de la conductivité d'une station à l'autre suggère une accumulation de substances ioniques dissoutes. Cette tendance a également été observée par Ouédraogo et Amyot (2013) [13] dans les cours d'eau situés à proximité des sites d'orpaillage au Burkina Faso, où les valeurs de conductivité augmentaient en fonction de la proximité et de l'intensité des activités minières.

- **Total des solides dissous (TDS) et matières en suspension (TSS)**

Les valeurs de TDS varient de 16,55 mg/L à Koba Moolman à 63,68 mg/L à Koronkoba, restant largement inférieures à la limite recommandée par l'IFC (1000 mg/L). Cette augmentation progressive du TDS suit la même tendance que la conductivité électrique, confirmant l'accumulation de substances dissoutes le long du cours d'eau. Toutefois, les valeurs de turbidité et de TSS sont supérieures à l'échelle de détection limite (>EDL) pour toutes les stations, indiquant une charge particulaire importante dans l'eau. Selon Atibu et *al.* (2018) [14], une turbidité élevée est souvent associée aux activités de lavage du minerai qui provoquent la mise en suspension de particules fines dans l'eau.

- **Composés azotés (NO₂ et NO₃)**

Les concentrations en nitrites (NO₂) varient de 0,04 mg/L à 0,2 mg/L entre les différentes stations, tandis que les concentrations en nitrates (NO₃) sont supérieures à 88 mg/L dans tous les échantillons. Bien que les directives de l'IFC ne précisent pas de limites pour ces paramètres, ces valeurs élevées, particulièrement pour les nitrates, sont préoccupantes. Comme l'ont souligné Adjei et *al.* (2020) [15], les concentrations élevées en composés azotés dans les eaux de surface à proximité des sites d'orpaillage peuvent résulter de l'utilisation d'explosifs à base d'ammonium ou de la décomposition de matières organiques issues des déchets humains dans les campements miniers.

En outre, les résultats de l'analyse des métaux lourds (Tableau 3) révèlent plusieurs dépassements des limites recommandées par l'IFC, particulièrement pour le cuivre et le nickel.

- **Cuivre (Cu)**

Les concentrations en cuivre sont particulièrement élevées à Koba Moolman (0,82 mg/L) et Koba Boukaria (0,78 mg/L), dépassant significativement la limite recommandée par l'IFC (0,3 mg/L). Ces valeurs élevées pourraient être attribuées aux procédés d'extraction utilisés par les orpailleurs. Selon Maranan et *al.* (2018) [16], le cuivre peut provenir des équipements utilisés dans le processus d'extraction ou être naturellement présent dans les gisements aurifères. La diminution observée à Koronkoba (0,14 mg/L) pourrait indiquer un phénomène de dilution ou de sédimentation en aval.

- **Zinc (Zn)**

Les concentrations en zinc varient de 0,01 mg/L à Koronkoba à 0,3 mg/L à Koba Moolman, restant inférieures à la limite recommandée par l'IFC (0,5 mg/L). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Gyamfi et *al.* (2021) [17] dans leur étude sur l'impact de l'orpaillage artisanal sur les cours d'eau au Ghana, où les concentrations en zinc étaient généralement inférieures aux seuils réglementaires.

- **Fer (Fe)**

Les concentrations en fer varient de 0,13 mg/L à 0,7 mg/L entre les stations, restant inférieures à la limite recommandée par l'IFC (2 mg/L). Toutefois, la présence de fer, même à ces concentrations, peut contribuer à la coloration rougeâtre de l'eau et affecter ses propriétés organoleptiques. Comme l'ont noté Drace et *al.* (2016) [18], les concentrations en fer dans les eaux de surface à proximité des sites d'orpaillage artisanal sont souvent influencées par les caractéristiques géologiques locales et les techniques d'extraction utilisées.

- **Arsenic (As)**

Les concentrations en arsenic sont relativement faibles dans toutes les stations, allant de moins de 0,001 mg/L à 0,015 mg/L, et restent inférieures à la limite recommandée par l'IFC (0,1 mg/L). Ces résultats sont encourageants, car l'arsenic est l'un des contaminants les plus toxiques associés à l'extraction aurifère. Cependant, comme l'ont souligné Rajaee et *al.* (2015) [11], même de faibles concentrations d'arsenic peuvent s'accumuler dans les sédiments et les organismes aquatiques, représentant un risque à long terme pour l'écosystème et la santé humaine.

- **Nickel (Ni)**

Les concentrations en nickel sont préoccupantes, avec des valeurs de 1,25 mg/L à Koba Moolman, 1,35 mg/L à Koba Boukaria et 0,5 mg/L à Koronkoba. Ces valeurs dépassent ou atteignent la limite recommandée par l'IFC (0,5 mg/L). Cette contamination pourrait être liée à la composition géologique du gisement exploité ou aux techniques d'extraction employées. Selon Macdonald et al. (2014) [19], le nickel peut avoir des effets toxiques sur les organismes aquatiques, même à des concentrations modérées, et peut persister dans l'environnement pendant de longues périodes.

- **Cyanure libre (Free CN)**

Les concentrations en cyanure libre sont inférieures à 0,03 mg/L dans toutes les stations, restant en dessous de la limite recommandée par l'IFC (0,1 mg/L). Ce résultat suggère que l'utilisation du cyanure pour l'extraction de l'or est soit limitée dans la région étudiée, soit que le cyanure utilisé a été dégradé ou dilué avant l'échantillonnage. Néanmoins, comme l'ont souligné Veiga et al. (2015) [20], même de faibles concentrations de cyanure peuvent avoir des impacts néfastes sur la faune aquatique, particulièrement dans les environnements où d'autres facteurs de stress sont présents.

- **Implications pour l'écosystème aquatique et la santé publique**

La contamination observée dans les eaux de la rivière Kôba, notamment par le cuivre et le nickel, présente des risques pour l'écosystème aquatique et potentiellement pour la santé des populations locales. Comme l'ont démontré Long et al. (2018), les métaux lourds peuvent s'accumuler dans les organismes aquatiques et entrer dans la chaîne alimentaire, entraînant des risques de bioamplification. De plus, l'exposition chronique à ces métaux via la consommation d'eau contaminée peut causer divers problèmes de santé chez les humains, allant des troubles gastro-intestinaux aux pathologies neurologiques (Basu et al., 2015) [21]. Les niveaux élevés de nitrates (>88 mg/L) dans tous les échantillons constituent également un risque pour la santé publique, particulièrement pour les nourrissons et les femmes enceintes. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les concentrations en nitrates dans l'eau potable ne devraient pas dépasser 50 mg/L (OMS, 2017) [22].

- **Limites de l'étude et perspectives**

Cette étude présente certaines limites, notamment l'absence de données sur les concentrations en mercure, un contaminant fréquemment associé à l'orpailage artisanal. Comme l'ont souligné Esaile et Chalker (2018) [23], le mercure est largement utilisé dans l'extraction artisanale de l'or et constitue l'un des principaux risques environnementaux et sanitaires associés à cette activité. De futures recherches devraient inclure l'analyse du mercure dans l'eau, les sédiments et les organismes aquatiques pour évaluer de manière plus complète l'impact de l'orpailage sur l'écosystème. De plus, une étude temporelle serait nécessaire pour comprendre les variations saisonnières de la contamination et évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation qui pourraient être mises en œuvre.

- **Mesures d'atténuation recommandées**

Sur la base des résultats obtenus, plusieurs mesures pourraient être envisagées pour réduire l'impact de l'orpailage sur la qualité de l'eau de la rivière Kôba:

Promotion de techniques d'extraction plus propres, comme proposé par Sippl et Selin (2012) [24], qui réduisent l'utilisation de produits chimiques toxiques et minimisent la perturbation des cours d'eau.

Mise en place de systèmes de traitement des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement, comme recommandé par Hilson et al. (2016) [25] dans leur étude sur les pratiques minières responsables en Afrique subsaharienne.

Sensibilisation des orpailleurs aux risques environnementaux et sanitaires associés à leurs pratiques, suivant l'approche proposée par Armah et al. (2016) [26] au Ghana.

Renforcement du cadre réglementaire et de la surveillance environnementale des activités d'orpailage, comme suggéré par Macdonald et al. (2014) [19] dans leur analyse des politiques minières en Afrique de l'Ouest.

5. CONCLUSION

Une gestion durable des zones d'orpailage représente un défi difficile et divers qui nécessite plusieurs approches qui prennent en compte les dimensions environnementales, sociales, légale et économiques. La mise en œuvre de stratégies adaptées est essentielle pour atténuer les impacts dévastateurs de l'orpailage artisanal sur les écosystèmes aquatiques et les sols.

De cette étude il ressort que les pratiques utilisées par les orpailleurs pour l'extraction du métal entraînent une grande turbidité du cours d'eau également, la plupart des paramètres analysés montrent une bonne qualité de l'eau pour la majorité des sites, avec des concentrations de contaminants généralement en dessous des seuils recommandés par les directives WB/IFC. La présence de plusieurs métaux lourds même en trace laisse croire à une éventuelle contamination. Si des disposition légales et technique ne sont pas prises ces ressources en eau et en sol risque une pollution sur de long terme

Reconnaissance : Nous tenons à remercier le laboratoire de la société Anglo gold de Guinée dans la préfecture de Siguiri pour nous avoir faciliter l'analyse des échantillons.

6. RÉFÉRENCES

1. Mokam S, Aurelie B, Tsikam M. Impact de l'exploitation artisanale de l'or sur les populations de Kambélé, Région de l'Est Cameroun. Yaoundé: Université Catholique d'Afrique Centrale (UCAC), Centre d'Excellence pour la Gouvernance des Industries Extractives en Afrique Francophone (CEGIEAF); 2016.
2. Cissé FB. Etude des impacts de l'exploitation artisanale de l'or en République de Guinée (cas de la préfecture de Siguiri) [mémoire]. Montréal (QC): Université du Québec à Montréal; 2019.
3. Coppel A, Gond V, Allo S. Bilan de l'impact de l'orpaillage en Guyane: une étude fondamentale. 2008.
4. Illatou OEM. Impacts de l'orpaillage et de l'agriculture sur la qualité des eaux du Liptako nigérien : identification des hot spots des pollutions métalliques et organiques [thèse de doctorat]. Alès (France): IMT-Mines Alès; Université Abdou Moumouni; 2021.
5. Bohbot J. L'orpaillage au Burkina Faso: une aubaine économique pour les populations, aux conséquences sociales et environnementales mal maîtrisées. *EchoGéo*. 2017;(42). doi:10.4000/echogeo.15127
6. Ndiaye K. Le développement de l'orpaillage, son impact environnemental et sanitaire dans le sud-est du Sénégal : exemple du site aurifère de Bantako [mémoire]. Sénégal: Université Cheikh Anta Diop; 2020.
7. Diallo M, Camara A, Condé B, Traoré M. Collapse of underground galleries in gold-panning mines: perception of stakeholders in the Doko Sub-Prefecture, Siguiri Prefecture, Republic of Guinea. *Environ Socio-Econ Stud.* 2024;12(3):23–36. doi: . <https://doi.org/10.2478/environ-2024-0017>
8. Diallo MC, Diarra L, Bebe VEE. Conséquences sociales et environnementales de l'exploitation artisanale de l'or en Afrique de l'Ouest : cas de la Côte d'Ivoire, de la Guinée et du Mali. 2024.
9. Le Pimpec P, Lienard A, Bonnard R, Lafont M, Cazin B, Bassard P, et al. Guide pratique de l'agent prélevageur chargé de la police des milieux aquatiques. Paris: Ministère de l'environnement et du développement durable; 2002.
10. Persaud AW, Telmer KH, Costa M, Moore ML. Artisanal and small-scale gold mining in Senegal: Identification of sites and preliminary assessment of the potential for mercury reduction. *J Clean Prod.* 2017;162:629–41.
11. Rajae M, Obiri S, Green A, Long R, Cobbina SJ, Nartey V, et al. Integrated assessment of artisanal and small-scale gold mining in Ghana - Part 2: Natural sciences review. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(8):8971–9011.
12. Niane B, Guédron S, Moritz R, Cosio C, Ngom PM, Deverajan N, et al. Human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining areas of Kedougou region, Senegal, as a function of occupational activity and fish consumption. *Environ Sci Pollut Res.* 2014;21(8):6354–65.
13. Ouédraogo O, Amyot M. Mercury, arsenic and selenium concentrations in water and fish from sub-Saharan semi-arid freshwater reservoirs (Burkina Faso). *Sci Total Environ.* 2013;444:243–54.
14. Atibu EK, Lacroix P, Sivalingam P, Ray N, Giuliani G, Mulaji CK, et al. High contamination in the areas surrounding abandoned mines and mining activities: An impact assessment of the Dilala, Luliu and Mpungiri Rivers, Democratic Republic of the Congo. *Chemosphere.* 2018;191:1008–20.
15. Adjei RO, Armah FA, Obiri S, Rodrigues-Filho S, Asamoah EF, Ahenkan A. Assessment of the ecological impacts of artisanal and small-scale gold mining on water quality in selected mining communities in Ghana. *J Environ Manag.* 2020;271:111021.
16. Maranan RJR, Diaz VR, Quinay CMA. Assessment of heavy metal contamination in water and sediments of Ambalanga River due to small-scale gold mining operations. *Philipp J Sci.* 2018;147(2):263–74.
17. Gyamfi E, Appiah-Adjei EK, Adjei KA. Potential heavy metal pollution of soil and water resources from artisanal mining in Kokoteasua, Ghana. *Groundw Sustain Dev.* 2021;12:100506.
18. Drace K, Kiefer AM, Veiga MM, Williams MK, Ascari B, Knapper KA, et al. Mercury-free, small-scale artisanal gold mining in Mozambique: Utilization of magnets to isolate gold at clean tech mine. *J Clean Prod.* 2016;125:328–36.
19. Macdonald KF, Lund MA, Blanchette ML, McCullough CD. Regulation of artisanal small scale gold mining (ASGM) in Ghana and Indonesia as currently implemented fails to adequately protect aquatic ecosystems. In: Sui H, Wang Y, Xie Q, editors. An Interdisciplinary Response to Mine Water Challenges. *Xuzhou, China: China University of Mining and Technology Press;* 2014. p. 401–5.
20. Veiga MM, Angeloci G, Hitch M, Colon Velasquez-Lopez P. Processing centres in artisanal gold mining. *J Clean Prod.* 2015;119:125–33.
21. Basu N, Clarke E, Green A, Calys-Tagoe B, Chan L, Dzodzomenyo M, et al. Integrated assessment of artisanal and small-scale gold mining in Ghana - Part 3: Social sciences and economics. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12(7):8133–56.
22. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Geneva: WHO; 2017.
23. Esdaile LJ, Chalker JM. The mercury problem in artisanal and small-scale gold mining. *Chem Eur J.* 2018;24(27):6905–16.
24. Sippl K, Selin H. Global policy for local livelihoods: Phasing out mercury in artisanal and small-scale gold mining. *Environ Sci Policy Sustain Dev.* 2012;54(3):18–29.
25. Hilson G, Hilson A, McQuilken J. Ethical minerals: Fairer trade for whom? *Resour Policy.* 2016;49:232–47.



How to cite this article: Mamoudou CISSE , Nouhan KEITA, Fodé Salifou SOUMAH, Soumaila CONDE et Lancine SANGARE. ÉVALUATION DE LA POLLUTION DES EAUX ET DU SOLS DES ZONES D'ORPAILLAGE A SIGUIRI EN GUINÉE. *Am. J. innov. res. appl. sci.* 2025; 20(5): 30-36. DOI: 10.5281/zenodo.15444055

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>