

# Impacts des activités anthropiques sur la qualité des eaux brutes et la morphologie de la rivière Lobo dans la région du Haut-Sassandra, Centre Ouest ivoirien

---

Dotanan TUO

[dotanantuo3@gmail.com](mailto:dotanantuo3@gmail.com)

Kouadio Arnaud KOUAME

[arnaukkm@yahoo.fr](mailto:arnaukkm@yahoo.fr)

N'kpomé styvince Romaric KOUAO

[kouaostyvince@gmail.com](mailto:kouaostyvince@gmail.com)

*Département de Géographie, UFR-SSH, Université Jean-Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire)*

## Résumé

La présente étude s'inscrit dans un contexte de changements environnementaux impulsés par le réchauffement climatique et la croissance démographique mondiale. De ce fait, les ressources en eau de la terre et particulièrement celles de la rivière Lobo dans la région du Haut-Sassandra, ne sont pas épargnées par ces mutations socio-spatiales qui ont des conséquences sur la qualité et l'évolution du niveau de l'eau. L'étude s'appuie sur les outils d'analyse spatiale notamment la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) pour évaluer l'impact des activités anthropiques sur la qualité et la morphologie de la rivière Lobo. Ainsi, trois sections du cours d'eau ont été définies et les surfaces de ces sections ont été calculées. En ce qui concerne la qualité de l'eau, des échantillons d'eau ont été prélevés à des lieux d'échanges d'eau des affluents et des zones d'implantation d'activités humaines à l'intérieur des sections définies. La méthodologie adoptée pour évaluer la qualité de l'eau est inspirée des grilles de valeurs limites des paramètres physico-chimiques des normes françaises (JORF 2023). Les résultats montrent que la rivière Lobo est beaucoup chargée en mercure Hg (2,62 µg/L) alors que la norme est de 1 µg/L, sur un de ces affluents dans le périmètre des localités de Zaibo-Gregbeu. La matière organique ( $PO_4^{3-}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ) et la contamination fécale par E-coli présentent des valeurs faibles sur les trois sections (0,53 mg/L ; 0,06 mg/L ; 11,73 mg/L et 160UFC/100 ml). L'ACP a montré que la composante 1 reflète une eau chargée issue des pratiques agricoles, industrielles et une contamination fécale. Quant à la composante 2, elle reflète une eau chargée issue des rejets urbains. Le calcul des surfaces montre un rétrécissement de la rivière sur les trois sections définies. Ce qui donne une superficie de 472 ha de pertues, soit 18,39 % entre 2011 et 2024.

**Mots clés** : Côte d'Ivoire, activités anthropiques, morphologie, qualité de l'eau, rivière Lobo

Impacts of anthropogenic activities on raw water quality and morphology of Lobo River in the Haut-Sassandra region (central-western Côte d'Ivoire)

## Abstract

This study takes place against a backdrop of environmental change driven by global warming and population growth. Indeed, the earth's water resources, and particularly those of the Lobo River in the Haut-Sassandra region, are not spared by these socio-spatial changes, which have consequences for water quality and water level trends. The study uses spatial analysis tools, in particular remote sensing and geographic information systems (GIS), to assess the impact of human activities on the quality and morphology of the Lobo River. Three sections of the river were defined and their surface areas calculated. With regard to water

quality, water samples were taken at tributary water exchange points and areas of human activity within the defined sections. The methodology adopted to assess water quality was inspired by the limit value grids for physico-chemical parameters in French standards (JORF 2023). The results show that the Lobo River is highly contaminated with mercury Hg (2.62 µg/L), whereas the standard is 1µg/L, on one of its tributaries in the Zaibo-Gregbeu area. Organic matter (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>,) and fecal contamination by E-coli show low values on all three sections (0.53 mg/L; 0.06 mg/L; 11.73 mg/L and 160UFC/100 ml). The PCA showed that component 1 reflects contaminated water resulting from agricultural and industrial practices, as well as fecal contamination. Component 2, on the other hand, reflects contaminated water from urban wastewater. Surface area calculations show a narrowing of the river over the three defined sections. This results in a loss of 472 ha, or 18.39%, between 2011 and 2024.

**Key-words:** Côte d’ivoire, human activities, morphology, water quality, Lobo River

## Introduction

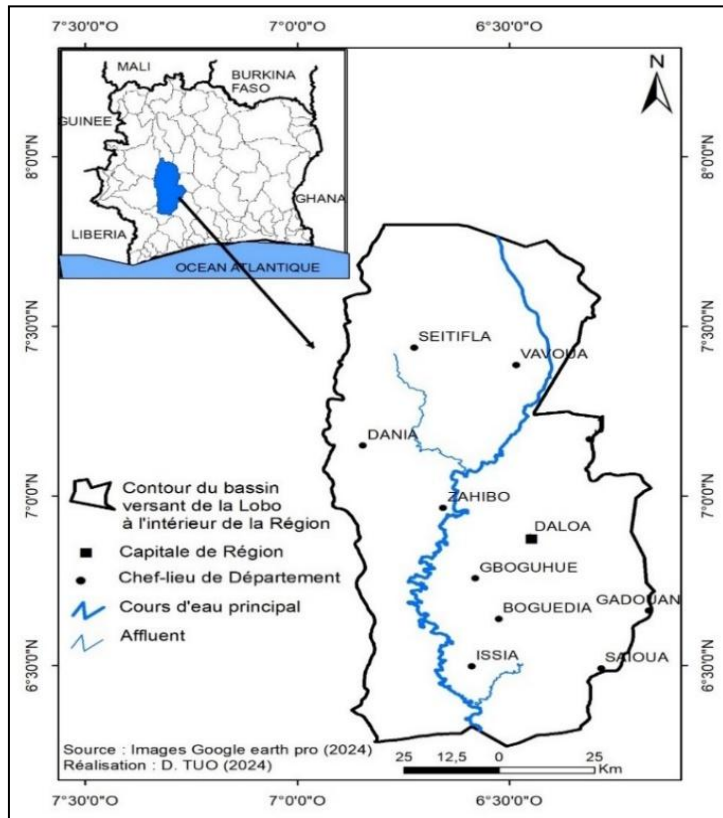
L’enjeu planétaire prioritaire du XXI<sup>e</sup> siècle sera très certainement celui des besoins croissants en eau douce de bonne qualité (J. Rodier, 2016, p.3). En effet, les évolutions climatiques incontournables ne feront qu’accentuer l’importance de cet enjeu, de par la fréquence des assècs (lits asséchés) des cours d’eau, la baisse du niveau de recharge des aquifères, les difficultés croissantes à maintenir une qualité correcte pour l’eau potable et les autres usages de l’eau (J. Rodier op.cit.). Dans cette optique, l’Assemblée Générale des Nations-Unies a adopté le 27 septembre 2015, les dix-sept (17) Objectifs du Développement Durable déclinés en cent soixante-neuf (169) cibles pour la période 2015 à 2030 (ONU, 2015). Pourtant, selon l’UNICEF (2023), « plus de 80 % des eaux usées générées par l’activité humaine retournent dans les cours d’eaux sans avoir été traitées ». La rivière Lobo, principal cours d’eau de la région du Haut-Sassandra, qui alimente les 1 739 695 habitants (RGPH, 2021, p.24) en eau potable, n’est pas épargnée par cette menace. Cette rivière est soumise à des perturbations (S. Labé *et al.*, 2018, p.3) dues aux activités anthropiques et à l’eutrophisation. Ces nombreuses pressions anthropiques le long du cours d’eau, constituent une véritable menace non seulement pour la préservation de la qualité de l’eau, sa biodiversité, mais également pour tous ces milliers de personnes qui y dépendent pour leur approvisionnement en eau. La ville de Daloa par exemple est alimentée en eau à partir d’une retenue aménagée sur la rivière Lobo avec un château de 2 000 m<sup>3</sup> de capacité (F. F. Touré, 2023, p.37). Une pollution de la rivière Lobo pourrait entraîner un abandon de la retenue et de facto des problèmes d’alimentation en eau potable de la ville de Daloa puis des villages environnants. La question centrale est de savoir : comment les activités anthropiques participent à la dégradation de la qualité des eaux brutes et à la modification de la morphologie de la Lobo ? L’objectif général de cet article est d’identifier les effets des activités anthropiques sur la qualité et la morphologie de la rivière Lobo. Les axes afférents à cet objectif sont (i) d’identifier d’abord la nature des activités humaines exercées autour de la Lobo et (ii) d’évaluer par la suite leurs impacts sur la qualité et la dynamique du niveau d’eau de la rivière Lobo.

## 1. Méthodologie de recherche

### 1.1 Présentation de la zone d’étude

L’étude est réalisée sur la partie du bassin versant de la Lobo située entre 6,30° et 7,30° de latitude Nord et 6,30° et 8,00° de longitude Ouest (Carte 1). Cette zone est située au Centre-ouest de la Côte d’Ivoire, en zone forestière de type pré-guinéen. Elle appartient à la région administrative du Haut-Sassandra. C’est un bassin très peu urbanisé. Au niveau hydrographique la région est drainée par la rivière Lobo affluent sur la rive gauche du fleuve Sassandra à l’Est et à l’Ouest la rivière Marahoué et de nombreux cours d’eau permanents (SCET-Tunisie, 2023, p.27). La presque totalité de la région se trouve dans le bassin versant de la rivière Lobo et ses deux

affluents la Goré et le Dé. La période des crues dure de Mai à Novembre. Elle correspond aux saisons pluvieuses qui permettent la reconstitution des réserves hydriques (SCET-Tunisie, op.cit.). Le substrat pédologique de la zone d'étude appartient au vieux socle précambrien composé de granites, migmatites et granito-gneïs (SCET-Tunisie, op.cit.). Dans la majeure partie, les sols ferrallitiques sont dominants. Ces sols, lessivés et profonds sont dus aux précipitations abondantes et à l'altération rapide des roches (SCET-Tunisie, op.cit.). La carte 1 présente la localisation géographique de la zone d'étude.



**Carte 1** : Localisation de la zone d'étude

## 1.2 Méthode de collecte et de traitement des données

### 1.2.1 Données collectées

Plusieurs types de données ont été collectés pour cette étude, il s'agit des données satellitaires, hydrochimiques et aussi des données de terrain.

- Données agricoles et minières observées sur le terrain

Les données agricoles et minières ont été obtenues sur le terrain. L'approche avait pour but de collecter les informations concernant les sources potentielles de pollution des eaux brutes de la rivière Lobo. Un guide d'entretien a été adressé au Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural pour recueillir des données agricoles. Des prises de vue ont été faites aussi au niveau des zones de fortes activités agricoles et d'extractions minières artisanales.

- Données satellitaires pour l'occupation du sol

Les images Landsat obtenues à partir du capteur OLI-2 TIRS pour l'année 2023 ont été acquises sur le site officiel [www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov). Ces images ont une résolution spatiale de 30

mètres. Le choix des images a été motivé par leur disponibilité. Le tableau I présenté ci-dessous, met en évidence les caractéristiques des images satellitaires utilisées.

**Tableau I : Caractéristiques des images satellitaires**

Données	Path / Row	Resolution	Dates	Précision globale	Coefficient de Kappa
LANDSAT 9 OLI-2 TIRS	197 / 055	30 m	23/12/2023	98,7	0,9
	197 / 056		23/01/2023		
	198 / 055		23/12/2023		

Source : <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Des corrections atmosphériques et radiométriques ont été préalablement effectuées sur ces images. Pour la validation, deux indices ont été calculés à partir de la matrice de confusion afin de mieux discriminer les types d'occupation du sol (la Précision globale = 98,7% ; et le Coefficient Kappa = 0,9). Les deux indices ont un niveau d'accord très satisfaisant (R. Landis et G. Koch, 1977). La méthode de classification supervisée avec l'algorithme du « maximum de vraisemblance » a été utilisée pour identifier les classes d'occupation du sol.

- Données hydrochimiques pour la qualité de l'eau

La qualité de l'eau a été évaluée suite aux résultats d'analyses physico-chimiques et chimiques d'échantillons d'eau obtenus après une campagne de prélèvement (AFNOR, 1994). Ces données incluent les résultats des paramètres physico-chimiques, des paramètres indicateurs de pollution organique, des éléments traces métalliques et des paramètres microbiologiques. Les paramètres analysés sont le potentiel d'hydrogène (pH), la température (T°C), la conductivité électrique (CE), l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), les ortho-phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), le mercure (Hg) et les Escherichia coli (E-coli).

### 1.2.2 Dynamique du plan d'eau de la rivière Lobo

La méthodologie de cartographie de la dynamique du niveau d'eau de la rivière Lobo comprend trois étapes. D'abord, la couche vectorielle du cours d'eau a été importée sur le logiciel Google Earth Pro. Trois sections du cours d'eau ont été identifiées. Pour l'année la plus récente (2024), une numérisation du contour a été effectuée sur chaque section. Cela a permis d'obtenir 3 segments du cours d'eau le long de son profil longitudinal. Les segments ont été renommés et sauvegardés au format Kmz dans un dossier conçu spécialement pour ces traitements. Ensuite, une image d'archive de Google Earth Pro datant de 2011, a permis de visualiser le profil du cours d'eau à cette période. Les mêmes sections du cours d'eau sur l'image de 2024, ont été identifiées sur celle de 2011. La même procédure de numérisation du contour du cours d'eau à chaque section a été appliquée (D. Tuo *et al.*, 2025, p.18). Enfin, « tous les fichiers au format Kmz ont été importés sur le logiciel QGIS Desktop version 3.28 pour leur conversion au format Shapefile. Après cette opération, les fichiers vectoriels des différents contours ont été importés dans ArcMap 10.4 du logiciel ArcGIS pour la rédaction cartographique ». Cette méthode est inspirée de D. Tuo *et al.*, (2025, p.18). Les pourcentages de régression des surfaces ont été calculés avec l'équation 1.

$$x = \frac{S_f - S_i}{S_i} \times 100 \quad (\text{Équation 1})$$

Avec, X : Taux d'augmentation ou de régression, S<sub>f</sub> : Surface finale, S<sub>i</sub> : Surface initiale

### 1.2.3 Évaluation de la qualité de l'eau

Le choix des sites de prélèvement a été fait en se basant sur l'accessibilité à la zone, le réseau hydrographique (point de confluent des cours d'eau) et des sources potentielles de pollution (activités anthropiques) afin d'obtenir des échantillons représentatifs. Les échantillons ont été prélevés selon la méthode de J. Rodier (2016, p.7), dans la couche supérieure à une profondeur de 50 cm. Les flacons ont été rincés avec l'eau à prélever puis remplis complètement. Le transport à la température de 4°C et à l'obscurité dans une glacière permet d'assurer une conservation des échantillons (J. Rodier, 2016, p.9).

#### - Paramètres mesurés in situ

Des paramètres ont été mesurés lors des prélèvements à l'aide d'un multimètre portatif de marque HACH. Il s'agit de la température (T°C), du potentiel d'hydrogène (pH), de la conductivité (cond) et de l'oxygène dissous (O<sub>2</sub>). Il a été immergé dans l'eau et la connexion de sondes a permis d'obtenir l'affichage de la valeur du paramètre à l'écran.

#### - Paramètres mesurés au laboratoire

Les échantillons destinés à l'analyse des sels nutritifs et microbiologiques sont recueillis dans des flacons en polyéthylène rincés trois fois au préalable avec l'eau à prélever. Ces échantillons sont gardés à l'abri du soleil dans une glacière contenant des glaçons et emballés avec du papier aluminium afin de limiter les réactions chimiques ou biologiques (M. M. M. F. Kadjo, 2024, p.84). Pour l'analyse au laboratoire, le matériel est constitué essentiellement de verrerie ( fioles, pipettes, micropipettes), de réactifs spécifiques à chaque paramètre, d'étuves et d'appareils de mesure. Le spectrophotomètre (UV/visible-1700 pharma à double faisceau de marque SHIMADZU) assisté d'un ordinateur a permis de déterminer les teneurs en composés azotés et phosphorés (K. B. Kouamé, 2021, p.22).

Les indicateurs de pollution fécale pris en compte dans cette partie sont uniquement les coliformes (*Escherichia coli*). Le test d'*Escherichia coli* (*E. coli*) est utilisé pour montrer la présence de contamination fécale dans l'eau (K. P. Anoh *et al.*, 2021, p.53). La méthode classique de microbiologie a été utilisée ((AFNOR, 1994; K.B. Kouamé, 2021, p.96).

Les échantillons d'eau prélevés et conservés dans des bouteilles en polyéthylène en vue de l'analyse des métaux lourds ont été acidifiés à l'aide d'acide nitrique pour la stabilisation de ceux-ci (K.B. Kouamé, 2021, p.101).

L'analyse de mercure (Hg) a été faite à l'aide d'un spectrophotomètre à absorption atomique (Shimadzu AA 660) équipé d'un générateur de vapeur froide continue, relié à un atomiseur à tube de quartz chauffé électriquement (K.B. Kouamé, 2021, p.103). La norme ivoirienne n'a pas été utilisée en raison d'absence de données sur la plupart des paramètres considérés. Les normes utilisées sont celles du Journal Officiel de la République Française (JORF, 2023). Les concentrations des paramètres physico-chimiques et chimiques ont été comparés aux valeurs guides (M. M. M. F. Kadjo *et al.*, 2023, p.3) du JORF. Elles tiennent compte aussi bien du niveau sanitaire et environnemental de l'eau (J. C. Amiard, 2017, p.170).

### 1.2.4 Logiciels de traitement des données

Le traitement des données a nécessité l'utilisation d'un ordinateur de marque HP *ProBook* 4530S, sur lequel des logiciels nécessaires à l'étude ont été installés. Il s'agit du logiciel SPSS et Excel 2016. Le logiciel SPSS a été utilisé pour la codification des fiches d'enquêtes. Quant à Excel 2016, ce tableur a été utilisé pour la réalisation des graphiques. Les traitements statistiques des données hydrochimiques ont été réalisés avec XLSTAT pour les tests statistiques. Les cartes ont été réalisées avec ArcMap10.4 du logiciel ArcGIS.

### 1.2.5 Les tests statistiques

Les données physico-chimiques et chimiques ont été soumises à une analyse statistique pour une meilleure exploitation.

D'abord, le Test de normalité de Shapiro-Wilk pour vérifier statiquement que les données suivent une loi normale. Quand la p-value est au-dessus du seuil de 0,05, alors les données suivent une loi normale. Puis, le Test de tendance de Mann-Kendall. Lorsque la p-value est supérieure au seuil de 0,05, les données sont homogènes.

- Hydrochimie des eaux

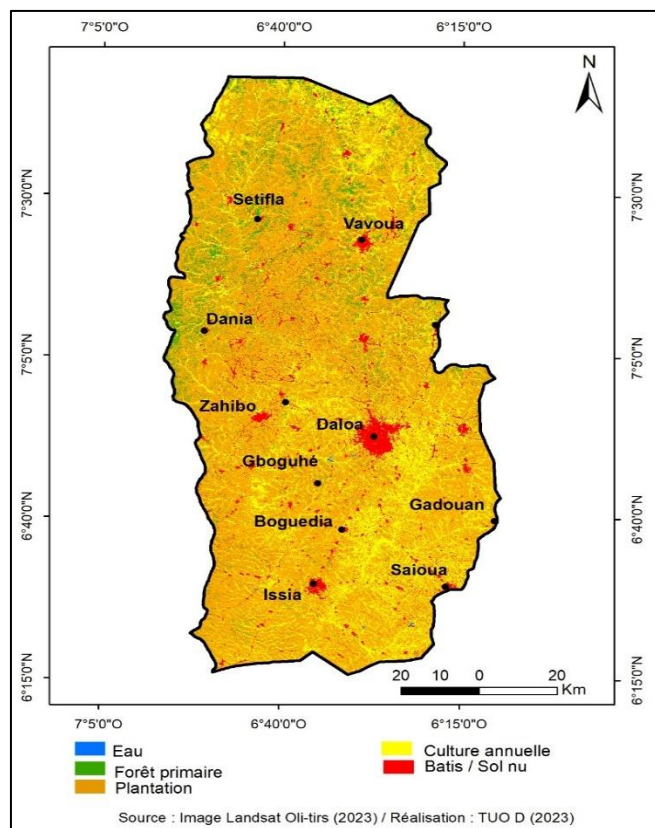
Les paramètres physico-chimiques sont comparés entre eux à l'aide de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Elle indique l'origine de la pollution et les paramètres responsables de cette pollution. Quant à l'analyse de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), pour elle cela « implique diverses techniques statistiques visant à identifier des regroupements naturels ou des structures au sein des données. Elle est appliquée aux données chimiques dans le but d'extraire les associations correspondant à différents processus qui contrôlent la chimie de l'eau » selon M. M. M. F. Kadjou (2024, p.85).

## 2-Résultats

### 2.1 Nature des activités anthropiques recensées dans la zone d'étude

#### 2.1.1 Occupation du sol et activités agricoles identifiées dans la zone d'étude

L'occupation du sol désigne la manière dont les différentes surfaces terrestres sont utilisées. Elle permet de mieux comprendre les dynamiques territoriales, les pressions sur les ressources naturelles et d'orienter des politiques de conservation de l'environnement. La carte 2 fournit une visualisation des différentes modifications spatiales de l'occupation du sol dans notre zone d'étude.



**Carte 1** : Occupation du sol en 2023

L'occupation du sol de la zone étudiée montre 5 classes (Carte 2). Sur la carte, la classe de plantation est la plus dominante (73 %). Elle couvre toute l'étendue de la zone d'étude. Ensuite, viennent les cultures annuelles (15 %). Il s'agit des cultures vivrières qui se pratiquent souvent deux fois dans l'année. Cela montre une pression agricole permanente exercée sur les terres arabes. On note par la suite une forêt primaire faible (5 %). Ce pourcentage bas est une préoccupation environnementale car la région du Haut-Sassandra est une région historiquement boisée. Enfin, les sols nus et espaces bâtis ne représentent que 6 %. La classe de l'eau ne représente que 1 % de l'occupation du sol. Le tableau 2 présente les superficies occupées par les cultures pérennes dans la zone d'étude. Ces données offrent un éclairage sur l'intensité et la spécialisation agricole dans la zone.

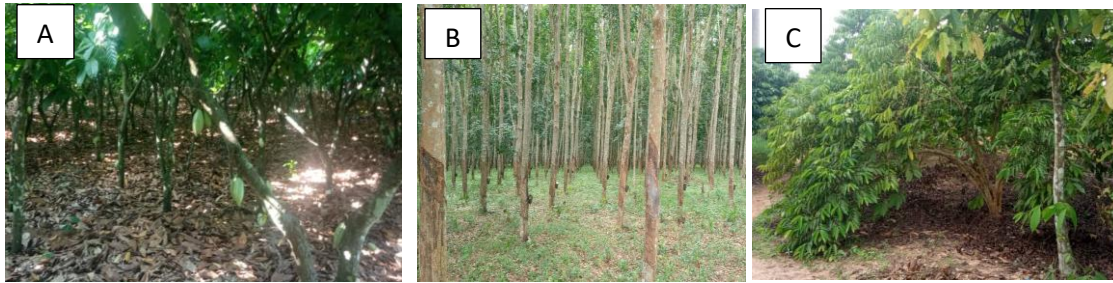
**Tableau 2** : Superficies des cultures pérennes recensées dans la zone d'étude

Plantation d'Hévéa	181 278 ha
Plantation de Palmier	678 ha
Plantation d'Anacarde	77 737 ha
Plantation de Café	713 ha
Plantation de Cacao	470 542 ha

Source : BNETD, Données d'occupation du sol de la Côte d'Ivoire, 2020

Les données du tableau II indiquent que la production de cacao occupe la première place avec 470 542 ha, puis viennent l'hévéaculture (181 278 ha), les vergers d'anacarde (77 737 ha), les

plantations de palmier à huile (678 ha) et de café (713 ha). La planche 1 ci-dessous illustre visuellement les cultures pérennes observées sur le terrain.



**Planche 1 :** Cultures commerciales observées dans la zone d'étude

Source : Crédit photo, TUO Dotanan, octobre 2024

La planche 1 montre les photos des cultures commerciales observées pendant l'enquête dans la zone (A = Cacao, B = Hévéa, C = Café). La planche 2 quant à elle, illustre les photos des cultures vivrières et maraichères observées dans la zone d'étude.



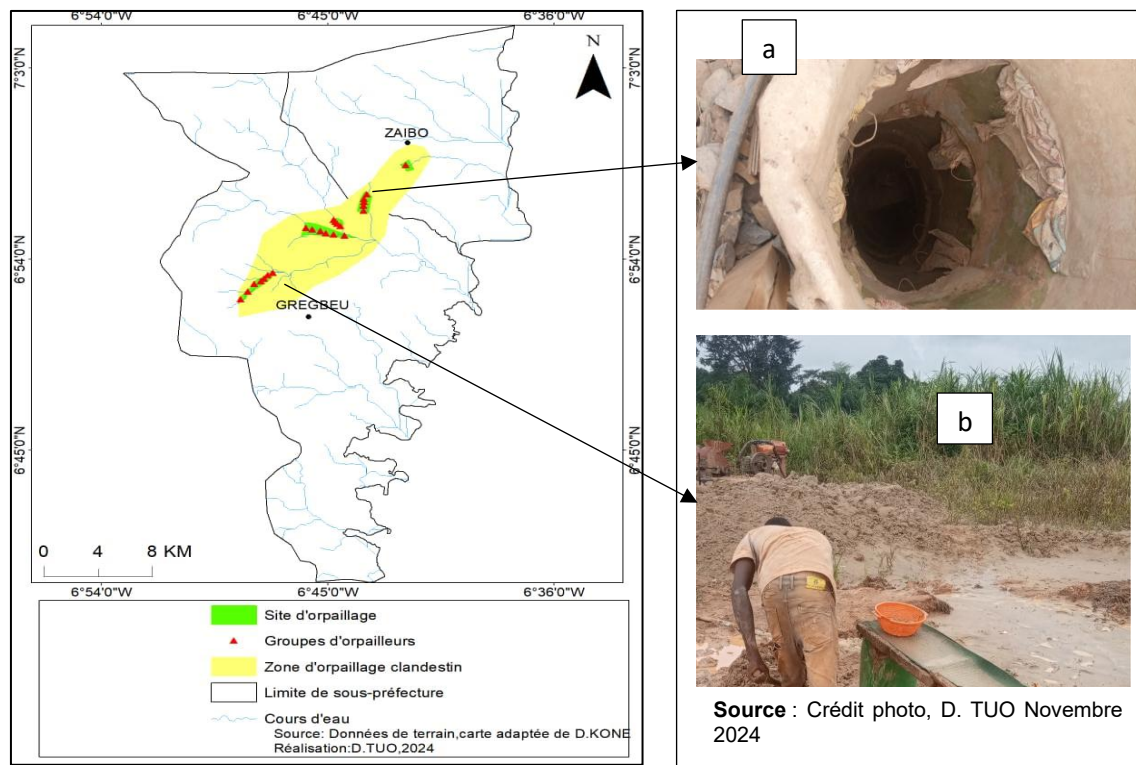
**Planche 2 :** Cultures vivrières et maraichères observées dans la zone d'étude

Source : Crédit photo, TUO Dotanan, octobre 2024

Les cultures identifiées sur la planche 2 sont (D = Riz, E = Laitue, F = Mais). Toutes ces cultures utilisent des produits phytosanitaires et des engrais qui peuvent influencer la qualité de l'eau.

### 2.1.2 Pratiques d'exploitations minières artisanales

Plusieurs cas de pratiques d'exploitations minières artisanales ont été recensés dans la zone d'étude. Il s'agit de l'orpaillage illégal. Ces activités souvent non réglementées, reposant sur des techniques manuelles ont des impacts négatifs sur la qualité de l'eau (Carte 3).



**Carte 2 : Sites d'orpaillage illégal dans la zone d'étude**

A côté des cultures agricoles, il existe également des pratiques d'orpaillage illégal dans les Sous-préfectures de Zaïbo et Grébeu (Carte 3). Pourtant, selon les résultats de nos enquêtes auprès des autorités administratives, le gouvernement a revu les codes miniers afin d'encourager les industries extractives à s'installer sur l'ensemble du territoire. Malgré ces dispositions, l'exploitation de l'or rencontre des difficultés liées à l'orpaillage illégal. De plus, les opérations menées par la Brigade de Répression des Infractions au Code Minier (BRICM) pour déguerpir les sites, les localités de Grébeu et Zaïbo dans la région du Haut-Sassandra, abritent toujours des activités d'orpaillage illégal (Carte 3). L'exploitation alluvionnaire (Photo b) se rencontre plus dans les bas-fonds alors que l'exploitation filonienne (Photo a) qui est celle des puits se rencontre dans les plantations ou les terres en frites. Toutes ces pratiques d'orpaillage illégal utilisent des produits chimiques qui influencent la qualité de l'eau.

## 2.2 Impacts des activités humaines sur la qualité de l'eau et la morphologie de la rivière Lobo

### 2.2.1 Évaluation de la qualité des eaux brutes de la Lobo

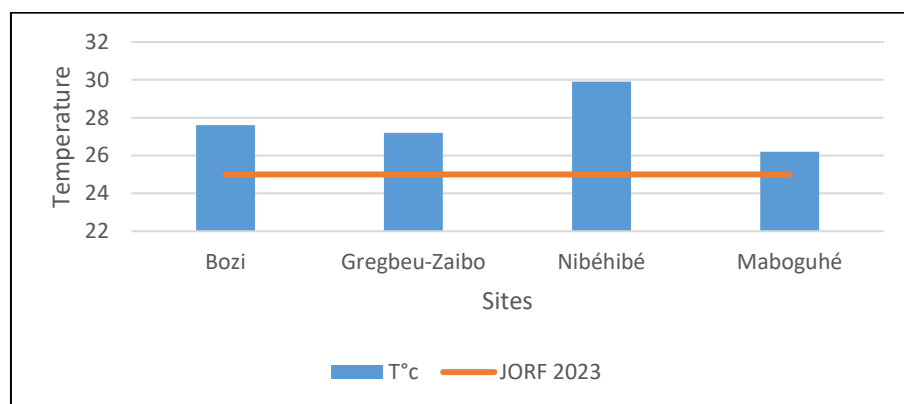
Les concentrations des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux brutes de la Lobo sont consignées dans le tableau 3.

**Tableau 3** : Caractéristiques spatiales des paramètres physico-chimiques échantillonnés

Variables	Min	Max	Moyenne	Ecart-type	JORF 2023
pH	6,31	6,87	6,55	0,23	6,5-9
T°C	26,20	29,90	27,72	1,56	25
Cond (µS/cm)	39,00	95,90	68,60	23,40	1000-1100
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	0,05	0,07	0,06	0,00	4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	3,90	24,60	12,37	9,81	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	0,26	0,53	0,36	0,12	5
Hg (µg/L)	0,009	2,62	0,96	1,14	1
E-Coli (100 ml)	130,00	3200,00	912,50	1525,08	20 000

Source : Données de terrain (2024)

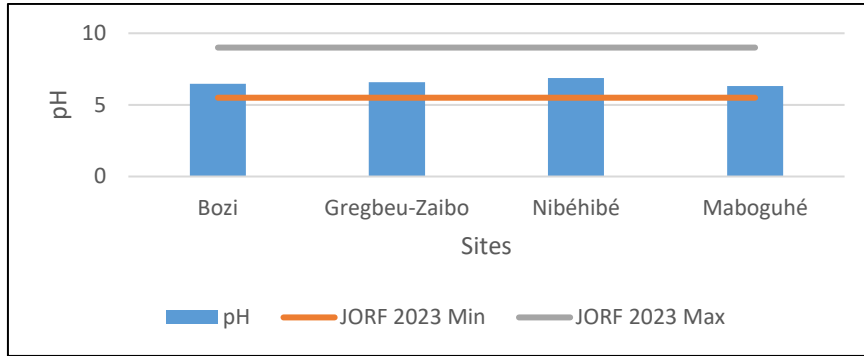
Les graphiques 1 à 8 montrent les résultats des analyses de la qualité de l'eau dans quatre sites différents dans la région du Haut-Sassandra. La figure 1 présente les variations de la température sur ces sites.



**Figure 1** : Variation spatiale de la température

Source : Données de terrain (2024)

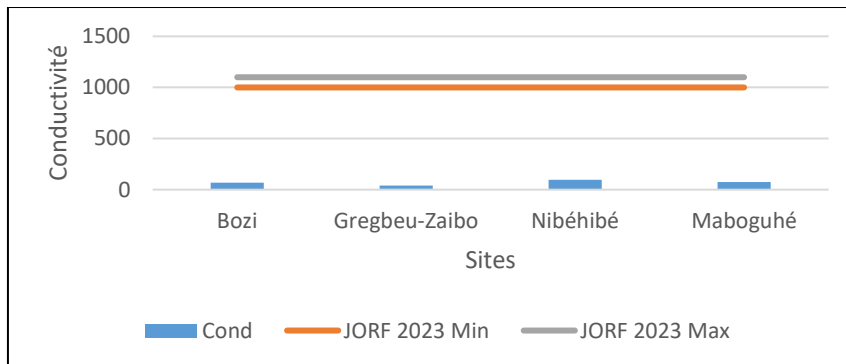
Selon la figure 1, la température de l'eau brute de la Lobo varie de 26,20°C à 29,90°C avec une moyenne de 27,72 ±1,56°C au cours de l'année. La température de l'eau est donc légèrement supérieure à la norme française (25°C) dans les quatre sections. Elle est cependant plus élevée à Nibéhibé (29,9°C). En ce qui concerne la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ). Les valeurs du Potentiel Hydrogène (pH) sont représentées sur la figure 2.



**Figure 2 : Variation spatiale du pH**

Source : Données de terrain (2024)

Le pH de l'eau varie de 6,31 à 6,87 avec une moyenne de  $6,55 \pm 0,23$ . Selon JORF (2023), le pH des eaux naturelles est généralement compris entre 6,5 et 9. Le pH de l'eau dans les quatre sections est inférieur à la norme maximale de JORF (2023) qui est de 9 (Figure 2). En ce qui concerne la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskall-Wallis;  $p > 0,05$ ). Ce qui voudrait dire que les valeurs de pH, observées à Bozi en amont sont statistiquement les mêmes à Moboguhé en aval. Le constat est que, les eaux brutes de la Lobo tendent à être acides. La figure 3 documente les dynamiques des concentrations de la conductivité électrique.



**Figure 3 : Variation de la conductivité électrique**

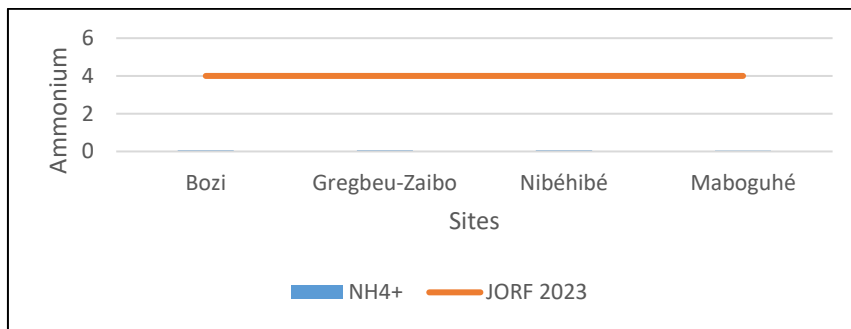
Source : Données de terrain (2024)

La conductivité électrique de l'eau dans cette étude oscille entre 39 et 95,9 avec une moyenne de  $68,60 \pm 23,4$ . Elle est inférieure à la norme JORF (2023) dans les quatre sections (Figure 3). Ce qui montre que la rivière Lobo à ces points d'échantillons contient des substances chimiques. En ce qui concerne la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskall-Wallis;  $p > 0,05$ ). Ce qui voudrait dire que les valeurs de la conductivité électrique observées à Bozi en amont sont statistiquement les mêmes à Moboguhé en aval. La photo 9 est prise entre Gregbeu et Zaibo.



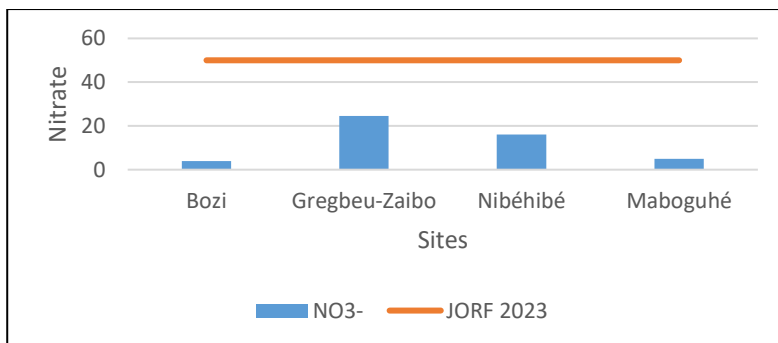
**Photo 9** : Coloration blanchâtre de la Lobo dans la zone de Gregbeu-Zaibo  
 Source : Crédit photo, D.TUO, Septembre 2024

Des activités humaines troublent la qualité de l'eau et la rend blanchâtre dans cette zone de Gregbeu-Zaibo. Il s'agit notamment des activités d'orpillage alluvionnaire dans les bas-fonds. On observe sur la figure 4, les valeurs de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).



**Figure 4** : Variation de l'ammonium  
 Source : Données de terrain (2024)

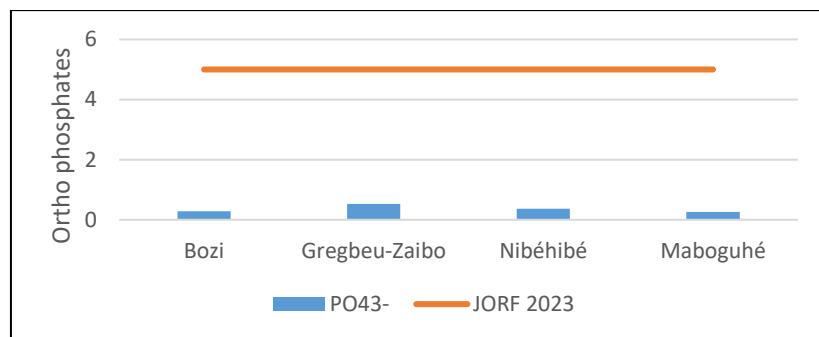
Dans cette étude, les concentrations en ammonium oscillent entre 0,05 et 0,07 mg/L avec une moyenne de  $0,06 \pm 0,00$  mg/L. Ces concentrations sont inférieures à la norme française (4 mg/L) dans les quatre sections (Figure 4). Pour ce qui est de la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskall-Wallis;  $p > 0,05$ ). Ce qui voudrait dire que les valeurs de l'ammonium observées à Bozi en amont sont statistiquement les mêmes à Moboguhé en aval. La figure 5 illustre les valeurs du Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ).



**Figure 5** : Variation du nitrate

Source : Données de terrain (2024)

Dans les stations étudiées, les concentrations de nitrate varient de 3,90 à 24,60 mg/L avec une moyenne de  $12,37 \pm 9,81$  mg/L. Ces concentrations sont inférieures à la norme française (50 mg/L). Mais, la concentration est plus élevée à la station de Gregbeu-Zaibo et Nibéhibé (Figure 5). Concernant la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskall-Wallis;  $p > 0,05$ ). Ce qui voudrait dire que les valeurs du nitrate observées à Bozi en amont sont statistiquement les mêmes à Moboguhé en aval. Les données relatives aux variations des Ortho phosphates ont été reportées sur la figure 6.



**Figure 6** : Les concentrations de phosphate

Source : Données de terrain (Novembre 2024)

Les concentrations du phosphate évoluent de 0,26 à 0,53 mg/L avec une moyenne de  $0,36 \pm 0,12$  mg/L (Figure 6). Ces valeurs sont basses par rapport à la norme française JORF (2023) qui est de (5 mg/L) dans les quatre sections (Figure 6). Le test sur la normalité, indique que les données suivent une loi normale (test de normalité;  $p > 0,05$ ). Pour la variation, le test de Kruskall-wallis montre qu'aucune différence significative n'est observée (Kruskall-Wallis;  $p > 0,05$ ). Ce qui signifie que les valeurs du phosphates observées à Bozi en amont sont aussi les mêmes à Moboguhé en aval. Même si ces valeurs s'avèrent inférieures à la norme, leur présence dans l'eau a un impact négatif sur la qualité de l'eau.

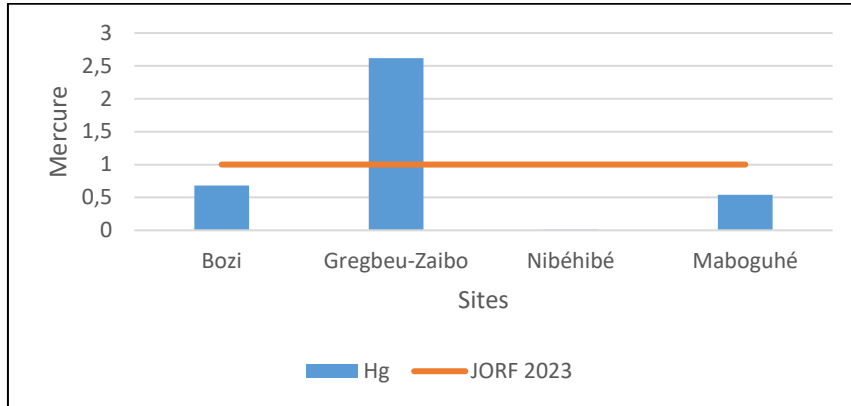


**Photo 10** : Eutrophisation de la rivière Lobo

Source : Crédit photo, TUO Dotanan, octobre 2024

La rivière Lobo présente une eutrophisation de son cours due à la présence de matières organiques dans l'eau. En effet, l'augmentation des phosphates favorise la prolifération des algues, entraînant le phénomène d'eutrophisation (Photo 10). En conséquence, on a une

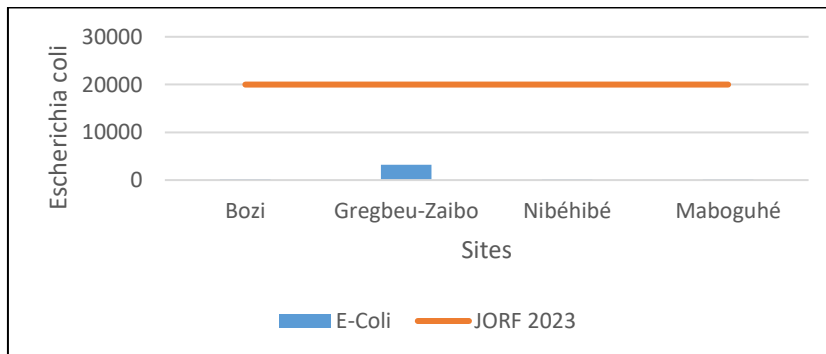
diminution de la biodiversité aquatique et une altération de la qualité de l'eau pour la consommation humaine. Les valeurs des métaux lourds, sont présentées sur la figure 7.



**Figure 7 :** Variation du mercure (Hg)

Source : Données de terrain (2024)

Les teneurs de mercure mesurées dans les quatre échantillons varient d'un site à un autre. La moyenne est de  $0,96 \pm 1,14$  µg/L. Les concentrations de mercure sont inférieures à la norme française aux stations de Bozi, Maboguhé et très faibles à Nibéhibé. Par contre, elles sont très supérieures à la norme de potabilité admise par la norme française (1 µg/L) à la station de Gregbeu-Zaibo (Figure 7). La valeur maximale enregistrée au niveau du périmètre de Zaibo-Grégbeu est égale à 2,62 µg/L. Cependant, pour ce qui est de la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, aucune différence significative n'est observée (Kruskal-Wallis;  $p > 0,05$ ). Les valeurs de mercure observées à Bozi en amont sont statistiquement les mêmes à Moboguhé en aval. La figure 8 contient des informations sur les concentrations des paramètres microbiologiques (E-Coli).



**Figure 8 :** Caractérisation bactériologique

Source : Données de terrain (2024)

Les Escherichia coli analysés dans cette étude varient de 130 à 3200 avec une moyenne de  $912,50 \pm 1525,08$  n/100 ml. Les valeurs de E-coli sont inférieures à la norme française (20 000 unités dans 100 ml) dans les quatre sections (Figure 8). Concernant la normalité et la variation, les données suivent une loi normale (test de normalité  $p > 0,05$ ). Pour la variation, il y'a une différence significative observée au niveau des différents sites de prélèvement (Kruskal-Wallis;  $p < 0,05$ ). Les valeurs de E-coli observées à Bozi en amont ne sont pas statistiquement les mêmes

à Bozi en amont et à Moboguhé en aval. La photo 11 montre un rejet d'eau usée dans un bas-fond à Daloa.



**Photo 11** : Déversement de fèces dans un bas-fond à Daloa

Source : Crédit photo, TUO Dotanan, octobre 2024

Le déversement de fèces dans un bas-fond à Daloa, soulève plusieurs préoccupations importantes concernant la qualité de l'eau et la santé publique (Photo 11). Les camions citernes déversent leur contenu de près de 5 000 litres dans les bas-fonds, faute d'absence de station de traitement des eaux usées à Daloa. Le déversement de fèces dans ce bas-fond entraîne une contamination directe des eaux de surface. Cela peut introduire des agents pathogènes, tels que des bactéries, des virus et des parasites, dans l'eau. Ce qui pose un risque pour la santé des populations qui utilisent cette eau pour boire, se laver ou irriguer des cultures.

### 2.2.2 Hydrochimie de la rivière Lobo pour connaître l'origine de sa pollution

- **Matrice de corrélation de Pearson**

La matrice de corrélation de Pearson montre la force et la direction des relations linéaires entre les variables.

**Tableau 4** : Matrice de corrélation de Pearson

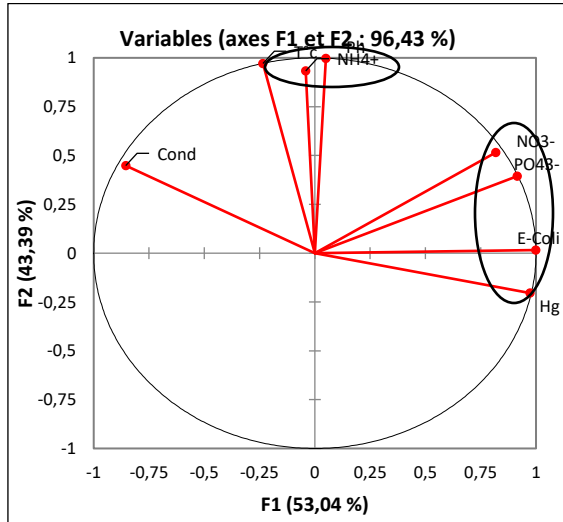
Variables	pH	T°C	Cond	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Hg	E-Coli
pH	<b>1</b>	0,9533	0,4221	0,9029	0,5722	0,4444	-0,1624	0,0667
T°C	<b>0,9533</b>	<b>1</b>	0,6258	0,9301	0,2990	0,1645	-0,4223	-0,2196
Cond	0,4221	0,6258	<b>1</b>	0,3605	-0,4033	-0,5821	-0,9519	-0,8445
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<b>0,9029</b>	<b>0,9301</b>	0,3605	<b>1</b>	0,3575	0,2977	-0,1914	-0,0310
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,5722	0,2990	-0,4033	0,3575	<b>1</b>	0,9749	0,6638	0,8301
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,4444	0,1645	-0,5821	0,2977	<b>0,9749</b>	<b>1</b>	0,7997	0,9220
Hg	-0,1624	-0,4223	-0,9519	-0,1914	0,6638	0,7997	<b>1</b>	0,9680
E-Coli	0,0667	-0,2196	-0,8445	-0,0310	0,8301	<b>0,9220</b>	<b>0,9680</b>	<b>1</b>

Source : Données de terrain (2024)

Les variables fortement corrélées dans le tableau IV sont le Mercure (Hg) et E-coli à 0,9680; les Ortho phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) à E-coli à 0,9220 et aux Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) avec une valeur de 0,9749. L'Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et la Température (T°C) sont fortement corrélés à 0,9301. La Température et le Potentiel d'Hydrogène (pH) sont aussi fortement corrélés avec une valeur de 0,9533.

### ▪ Cercle de corrélation

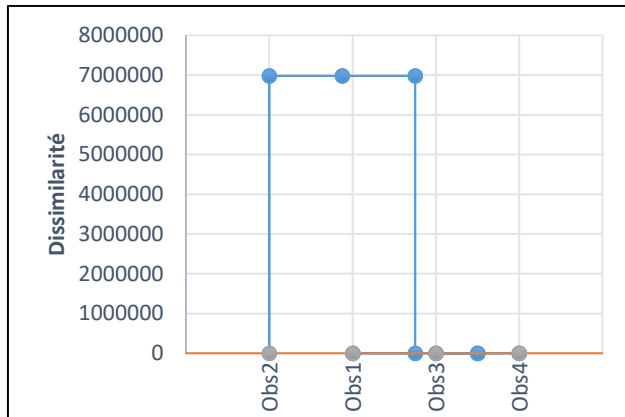
La figure ci-dessous indique le cercle de corrélation qui est basé sur les résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Cette figure 9 montre la projection des différentes variables sur les deux premières composantes principales.



**Figure 9 :** Cercle de corrélation

Source : Données de terrain (2024)

Les résultats de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) sont affichés sur la figure 9. Ces deux composantes expliquent 96,43 % de la variance des données. Ce qui explique qu'elles capturent la majeure partie des informations importantes. Les variables qui sont proches les unes des autres dans le cercle ont des corrélations fortes. Celles qui sont éloignées ont des corrélations faibles. Il s'agit par exemple des Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) corrélés positivement aux Ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), de E-coli et du Mercure (Hg) sur la composante 1. La Température ( $T^\circ\text{C}$ ), le potentiel d'Hydrogène (pH) et l'Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) sont corrélés positivement sur la composante 2. La composante principale 1 reflète une eau chargée, issue des pratiques agricoles, industrielles et la contamination fécale. La composante principale 2 reflète quant à elle une eau chargée issue des rejets urbains. En effet, les principales activités potentiellement responsables dans la zone d'étude, sont l'agriculture et l'exploitation illégale de l'or. L'agriculture intensive dans les zones proches de la Lobo, entraîne un usage excessif d'engrais phosphatés. Une partie de ces engrais se retrouve lessivée dans les cours d'eau. Ce qui justifie la concentration en phosphates dans la rivière Lobo. En outre, l'exploitation artisanale de l'or dans les Sous-préfectures de Zaibo et Grégbeu, libère du mercure dans l'environnement qui se retrouve aussi dans l'eau par drainage. La figure 10 regroupe les sites par caractéristiques environnementales.



**Figure 10** : Classification Ascendante Hiérarchique des sites de prélèvement

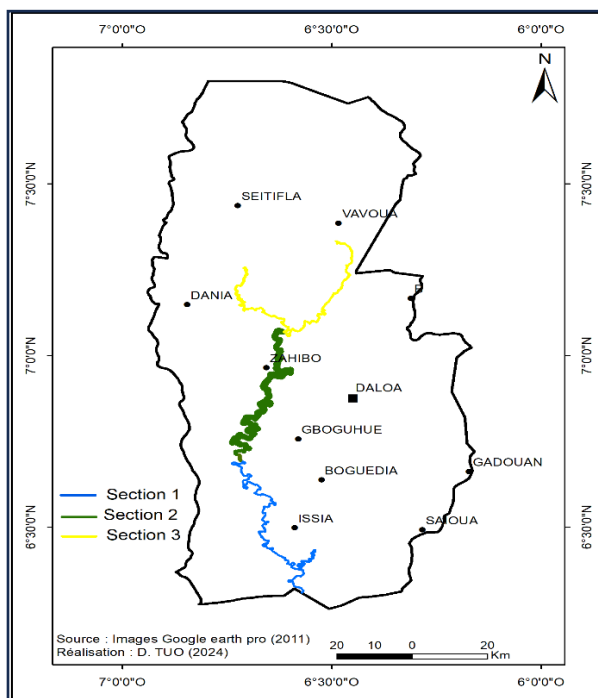
Source : Données de terrain (2024)

Obs2 = Zaibo-Gregbeu; Obs1 = Nibéhibé; Obs3 = Bozi; Obs4 = Maboguhé

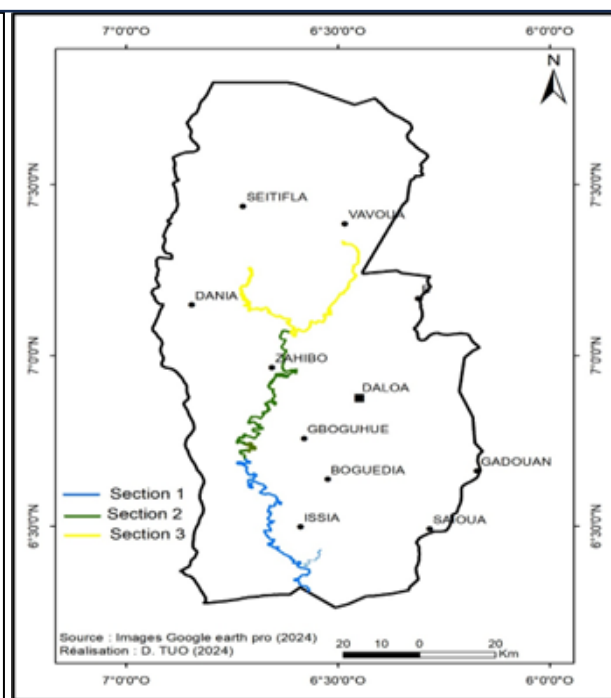
Si des sites sont proches, cela signifie qu'ils ont des caractéristiques environnementales similaires dans les variables étudiées. Lorsque des sites sont éloignés, cela montre qu'ils sont différents de manière significative. Seuls les sites de Bozi et Maboguhé sont proches. Et les sites de Zaibo-Gregbeu et Nibéhibé sont éloignés et ont des caractéristiques environnementales singulières.

### 2.2.3 Impact sur la morphologie de la rivière Lobo

La numérisation du cours d'eau a été effectuée pour apprécier l'évolution du lit mineur entre 2011 et 2024. La dynamique morphologique de la rivière Lobo est représentée sur les cartes 4 et 5.



**Carte 4** : L'extension spatiale du cours d'eau en 2011



**Carte 5** : L'extension spatiale du cours d'eau en 2024

Les cartes 4 et 5 présentent l'évolution globale de la morphologie de la rivière Lobo, mettant ainsi en évidence les changements intervenus dans le tracé du cours d'eau. Des modifications spécifiques sont à noter au niveau de la largeur et de la forme de la rivière dans chaque section. En bleu, la section 1, en vert la section 2 et en jaune la section 3. Pour la section 1, la largeur sur cette section en 2011 est de 4 120 km (Carte 4). Par contre, en 2024 la largeur est de 3 380 km (Carte 5). On note une régression de 740 km sur cette portion. Sur la section 2, en 2011, la largeur est de 8 120 km (Carte 4). Pourtant, la numérisation de cette même portion en 2024, donne une largeur de 5 470 km (Carte 5). La largeur du cours d'eau perdue est de 2 640 km. Au niveau de la section 3, en 2011, la largeur est de 13 570 km (Carte 4). Par contre, en 2024, la numérisation indique une largeur de 12 240 km (Carte 5). Soit une régression de 1320 km.

La réduction de la largeur de la rivière Lobo est ainsi liée à l'exploitation minière, qui réduit la capacité de la rivière à s'écouler librement, entraînant un rétrécissement du cours d'eau. En effet, les rigoles abandonnées et inondées ont un impact sur le drainage des eaux vers le cours d'eau principal (Photo 12). Cette situation indique une mauvaise gestion des sites d'orpaillage. En effet, laissés à l'abandon par les orpailleurs, les trous remplis d'eau, en plus d'impacter la morphologie de la Lobo, constituent de véritables dangers pour les populations.



**Photo 12** : Prise de vue d'une exploitation illégale de l'or à Gamina

*Source : Crédit photo, D. TUO, novembre 2024 à 15h20*

Le lit mineur de la rivière Lobo subit des modifications importantes de sa largeur à cause de l'extraction des matériaux par les orpailleurs. En effet, les trous laissés par les orpailleurs, provoquent un affaissement du sol et une instabilité des berges, ce qui modifie aussi le cours naturel de l'eau. Ces modifications entraînent également une érosion accrue des rives, puis réduisent la largeur et la profondeur du cours d'eau, affectant ainsi son habitat aquatique.

### **3. Discussion**

L'objectif de cette étude qui est d'identifier les effets des activités anthropiques sur la qualité et la morphologie de la rivière Lobo permet d'obtenir les résultats qui seront discutés. Deux axes ont été abordés.

#### **3.1 Nature des activités anthropiques**

Les résultats de cette recherche montrent que les concentrations des éléments de l'eau dans les quatre sites analysés présentent un dépassement des normes françaises pour le mercure à Zaibo-Gregbeu à cause de l'impact des activités anthropiques. Les résultats obtenus sont similaires aux

conclusions dégagées par D. Goh (2016, p.2). Pour lui, « l'absence de règles élémentaires de sécurité et d'hygiène sur les sites d'orpaillage se caractérise par la précarité des conditions de travail et l'utilisation de produits hautement toxiques, tels que le mercure et l'arsenic ». De nombreux auteurs ont aussi étudié la pollution de la Lobo du fait des activités humaines. Parmi ces auteurs on peut citer T. V. Assoma *et al.* (2021, p.30). Pour ces auteurs, « la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol du bassin versant de la Lobo est dominé par les zones d'intense activité agricole ». De même, selon K.B. Koffi *et al.* (2020, p.2), la retenue aménagée sur la rivière Lobo pour l'alimentation en eau potable des populations de la ville de Daloa et environnant, fait face au phénomène d'eutrophisation et de sédimentation à cause des activités agricoles et minières. Aussi, d'après M. A. Blais *et al.* (2015 p.4), « la contamination microbiologique de l'eau est un problème majeur du fait de la contamination par les fèces ». D. Guiral *et al.* (1993, p.12), ont réalisé une étude qui a permis d'estimer le niveau de pollution des berges de la zone urbaine de la lagune Ebrié. Les résultats ont montré que les sites présentent une forte charge organique et une contamination bactérienne élevée à cause des rejets urbains.

### **3.2 Impacts des activités humaines sur la qualité et la morphologie de la rivière Lobo**

Les résultats de l'étude stipulent que la qualité et la morphologie de la rivière Lobo sont affectées par des activités humaines identifiées autour du cours d'eau. Les analyses ont révélées une forte charge organique et une concentration élevée en mercure. L'impact des facteurs anthropiques sur la qualité de l'eau a été documenté. C'est le cas de A. Talhaoui *et al.* (2020, p.2) au Maroc. Pour eux, « la dégradation de la qualité des eaux au niveau des communes de Boumia, Zaida, Missouri et Gercif est due aux activités agricoles et aux rejets des eaux usées urbaines de ces agglomérations situées le long de l'oued ». L'accroissement démographique a favorisé les processus d'urbanisation au détriment des plantations et autres cultures. Il s'ensuit une exploitation croissante des ressources en eau, bois et sable alluviaux qui a impacté la morphodynamique et l'hydrodynamique du bassin-versant (N. Mirhani *et al.*, 2014, p.1). Pour R. Amara (2010, p.1), « 80 % de la pollution marine est d'origine humaine provenant de la navigation, l'introduction d'espèces invasives, de la surexploitation des ressources halieutiques, exacerbée par le changement climatique. Et cette anthropisation menace de détruire l'équilibre de ces écosystèmes marins et la biodiversité qu'ils renferment ». Cette réflexion est partagée par M. H. Bekri *et al.* (2020, p.2). Selon eux, « les eaux superficielles sont soumises à de fortes pressions anthropiques suscitées par le développement et l'extension des activités agricoles et également par les activités industrielles et domestiques ». En Algérie, d'après Z. Belhadj *et al.* (2011, p.4), « les teneurs en mercure atteignent jusqu'à 98 fois la norme admissible de potabilité de l'OMS qu'il est fortement déconseillé de consommer les poissons du barrage dans le Wilaya de Skikda ». D'après D.Tuo *et al.*, (2025, p.14), « la contamination des eaux par les métaux lourds et d'autres polluants affecte non seulement la potabilité de l'eau, mais aussi la régression du lit mineur ». Au contraire de l'étude conduite par K. S. Konan *et al.* (2020, p.2) sur le fleuve Cavally qui révèle que les activités d'orpaillage contribuent à l'élargissement du lit du fleuve parce que ces activités se déroulent directement sur le cours d'eau. Dans notre zone d'étude, les activités se déroulent sur les bas-fonds des affluents qui alimentent la Lobo (D.Tuo *et al.*, 2025, op.cit.). Ainsi, les trous creusés et remplis d'eau contribuent à réduire le volume d'eau alimentant le cours d'eau principal. Les résultats de cette étude fournissent des données cruciales sur la qualité et les changements morphologiques de la rivière Lobo, ce qui peut aider les décideurs à élaborer des stratégies de gestion durable des ressources en eau.

## Conclusion

En conclusion, l'eau dans les quatre stations analysées présente des dépassements au niveau des normes françaises surtout pour la température et le mercure. La température élevée peut avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau. En effet, une eau plus chaude favorise la prolifération des bactéries et des algues. Ce qui peut affecter la qualité organoleptique de l'eau (goût, odeur) et la rendre impropre à la consommation. Le mercure est un Élément Trace Métallique (ETM) très toxique pour la santé des populations. Son ingestion peut entraîner des problèmes de santé. L'analyse factorielle a permis de savoir que ces paramètres sont dus aux activités humaines, telles que l'agriculture, l'orpaillage et les rejets d'eaux usées non traités. En outre, l'évaluation de la morphologie montre une réduction du niveau d'eau de la rivière Lobo entre 2011 et 2024. Ces constats soulignent l'urgence de mettre en œuvre des actions concrètes pour préserver la qualité des eaux brutes de la Lobo.

## Références bibliographiques

- AFNOR, 1994, *développement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/78433/qualité-de-l-eau*, page consultée le 12/04/2025 à 23h34
- AMARA Rachid, 2010, «Impact de l'anthropisation sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes marins : Exemple de la Manche-mer du nord », in [Vertigo], *La revue électronique en sciences de l'environnement*, [www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2010-n8-vertigo3983/045528ar.pdf](http://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2010-n8-vertigo3983/045528ar.pdf), Numéro 8, hors-série, 14 p.
- AMIARD Jean Claude, 2017, *Les risques chimiques environnementaux: Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes*, édition Lavoisier, Paris, ISBN: 978-2-7430-2234-1. 812 p.
- ANOH Kouassi Paul, TUO Péga, et KONE Bakari, 2021, *Dégradation de l'environnement et santé de la population dans les villes ivoiriennes*, GRESSA, Educi, Côte d'Ivoire, Abidjan, 309 p.
- ASSOMA Tchimou Vincent, YAO Ahou Noëllie, DIO Jean Saturnin et JOURDA Jean-Patrice, 2021, «Apport de la télédétection et d'un SIG à la cartographie des changements de l'occupation du sol dans le bassin versant de la lobo en Côte d'Ivoire», in *Géographie Physique et Environnement, Volume 16*, <https://doi.org/10.4000/physio-geo.12654>, p.107-126
- BEKRI My Hachem, HMAIDI El Abdellah, JADDI Hajar, OUSMANA Habiba, KASSE Zahra, EL-FALEH Mati, ESSAHLAOUI Ali et OUALI El Abdelhadi, 2020, «Utilisation Des Indices De Qualité Et De Pollution Organique Dans L'évaluation De La Qualité Physico-Chimique Des Eaux Superficielles Des Oueds Moulouya et Ansegmir (Haute Moulouya, N.E Maroc)», in *Researchgate, Vol. 16, No.27*, <https://www.researchgate.net/publication/344481784>, 22 p.
- BELHADJ Zakia, BOUDOUKHA Abderrahmane et MEZEDJRI Lyamine, 2011, «Qualité Des Eaux De Surface et Leur Impact Sur L'environnement Dans la Wilaya de Skikda (Nord-est de l'Algérie),(Contamination Naturelle Par le Mercure)» in *European Journal of Scientific Research Vol.56, No.2*, <https://www.academia.edu/14348009/>, p.204-211
- BLAIS Marc André, COTE Caroline, VILLEMUR Richard, MYLENE Généraux, PHILIPPE Cantin et MANUELA Villion, 2015, *Revue des méthodes de détermination de sources de contamination fécale de l'eau. Rapport présenté au ministère du développement durable de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques*, 40 p.
- GOH Denis, 2016, «L'exploitation Artisanale De L'or En Côte D'ivoire : La Persistance D'une Activité illégale», in *European Scientific Journal*, January 2016, édition vol.12, No.3, 19 p. [core.ac.uk/download/pdf/328025317.pdf](http://core.ac.uk/download/pdf/328025317.pdf)
- GUIRAL Daniel, KOUASSI Aka Marcel, et ARFI Robert, 1993, «Estimation des niveaux de pollution organique et bactériennes des eaux à proximité des berges de la ville d'Abidjan (lagune

- Ebrié-Côte d'Ivoire)», <https://www.researchgate.net/publication/277209136>, Abidjan Vol II, n° 1, p.1-18.
- JORF, 2023, (Journal Officiel de la République Française): *Limites de qualité des eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées*, in *International Journal Advanced Research*, [https://www.journalijar.com/uploads/651d1112c6571\\_IJAR-44638.pdf](https://www.journalijar.com/uploads/651d1112c6571_IJAR-44638.pdf)
- KADJO M'Min Marie Florence, 2024, *Evaluation du niveau de pollution des ressources en eau de surface destinées à la consommation humaine : cas du bassin versant du fleuve San-Pédro au barrage de Fayé (Sudouest de la Côte d'Ivoire)*, Thèse Unique de Doctorat, Université Jean LOROUGNON GUEDE, 290 p.
- KADJO M'Min Marie Florence, KONAN Kouakou Séraphin, EBLIN Sampah Georges, KOUADIO Zilé Alex, et AKAFFOU Franck Hervé, 2023, «Assessment of the quality of domestic water resources: case of the San-Pédro river at the Fayé hydroelectric dam (Southwest Côte d'Ivoire)», in *International Journal Advanced Research (IJAR)*, 11(09), 16 p. [https://www.journalijar.com/uploads/651d1112c6571\\_IJAR-44638.pdf](https://www.journalijar.com/uploads/651d1112c6571_IJAR-44638.pdf).
- KOFFI Bérenger, KOUASSI Kouakou Lazare, SANCHEZ Martin, KOUADIO Zilé Alex, KOUASSI Kouakou Hervé et YAO Affoué Berthe, 2020, «Estimation de la sédimentation dans la retenue d'eau de la rivière Lobo à l'aide de la théorie des bassins de décantation», in *Researchgate*, <https://www.researchgate.net/publication/348587265>, 11p.
- KONAN Kouakou Séraphin, KOUAKOU Kouassi Lazare, KOFFI Konan Félix, YAPO Assémian Sylvestre, BROU Loukou Alexis, 2020, «Impacts de l'orpaillage sur la morphologie et la qualité des eaux du fleuve Cavally (Zouan-hounien, Côte d'Ivoire)», *International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 28, No. 2, p.515-524*
- KOUAME Kouakou Benoît, 2021, *Qualité et vulnérabilité à la pollution des ressources en eau destinées à la potabilisation cas des lacs Guessabo et Dohou (Ouest de la Côte d'Ivoire)*, Thèse unique de Doctorat, Université Jean LOROUGNON GUEDE, publié sur dicames.online, <https://hdl.handle.net/20.500.12177/7181>. 358 p.
- LABÉ Simplicie, JOURDA Jean Patrice, SALEY Mahaman Bachir, YOUAN Ta Marc, LASM Théophile, et KOUADIO Boyossora Hélène, 2018, «Apport de la télédétection et des SIG dans la cartographie des zones favorables à l'implantation de forages d'eau à gros débits dans la région de Daloa», in *Revue Internationale Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement* 3(1), p.38-42
- LANDIS Richard, et Koch Gary, 1977, «The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*», vol.33, p.159-174, <http://dx.doi.org/10.2307/2529310>
- MIRHANI Nouddine, TAÏBI Aude Nuscia, BALLOUCHE Aziz et RAZAKAMANANA Théodore, 2014, «Facteurs de la dégradation du régime hydrique et modèle d'aménagement du bassin-versant en milieu tropical humide insulaire, a l'exemple de Ouzini-Ajaho à Anjouan», *Comores Vol. 6 shs.hal.science/halshs-01105111*, 14 p.
- ONU, 2015, *L'Assemblée générale adopte un Programme de développement durable ambitieux pour « transformer notre monde » d'ici à 15 ans*. AG/11688 25 septembre 2015, <https://press.un.org/fr/2015/ag11688.doc.htm> page consultée le 08/04/2025 à 16h21.
- RGPH, 2021, *Récensement Général de la Population et de l'Habitat, Résultats globaux*, 37 p.
- RODIER Jean, 2016, *L'analyse de l'eau: contrôle et interprétation, 10e édition*, INBN 978-2-10-075412-0, 1759p., in *Revue d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales*, Numéro spécial, <https://revue.lavse.org/>
- SCET-Tunisie, 2023, *Etudes d'avant projet détaillée de la qualité des eaux brutes et de l'évaluation environnementale de Huits (08) retenues d'eau des barrages et seuils destinés à l'alimentation en eau potable des populations de la zone-Ouest de la Côte d'Ivoire*, SCET-Tunisie/ERI/BERA, Décembre 2023, 127 p.
- TALHAOUI Abdelghani, HMAIDI El Abdellah, JADDI Hajar, OUSMANA Habiba et Manssouri Imad, 2020, «Calcul De L'indice De Qualité De L'eau (IQE) Pour L'évaluation De La Qualité

- Physico-Chimique Des Eaux Superficielles De L'Oued Moulouya (NE, Maroc)». *European Scientific Journal, édition, Vol. 16, No.2*, <https://www.academia.edu/42015940/>
- TOURE Faranban Fabrice, 2023, *Optimisation de l'allocation de l'eau dans le bassin versant de la Lobo à Nibéhibé (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire)*, Thèse unique de Doctorat, Université Jean LOROUGNON GUEDE, lien: <https://hdl.handle.net/20.500.12177/11737>, 169 p.
- TUO Dotanan, KOUAME Kouadio Arnaud et KAMENAN Oi Kamenan Germain, 2025, «Migration Burkinabé, orpaillage clandestin et incidence sur la qualité des eaux brutes de la Lobo dans les Sous-préfectures de Zaibo et Gregbeu (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire)». *Revue d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales, Numéro spécial*, <https://revue.lavse.org/>, p.260
- UNICEF, 2023, *Rapport annuel de l'UNICEF*, <https://www.unicef.org/fr/rapports/rapport-annuel-unicef-2023> page consultée le 10/10/2024 à 2 h: