



TRAVAIL, JUSTICE, SOLIDARITE

EVALUATION DE LA QUALITE DES COMPOSANTES

ENVIRONNEMENTALE CONNEXE AU PROJET

SIMANDOU, RÉPUBLIQUE DE GUINÉE

RAPPORT D'ANALYSE

JUIN 2025

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	i
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
LISTE DES PHOTOS.....	iii
SIGLES ET ABREVIATIONS	iv
RESUME NON TECHNIQUE.....	v
1.0 CONTEXTE	1
2.1 Objectif général.....	1
2.2 Objectifs spécifiques.....	1
3.0 REGLEMENTATION APPLICABLE.....	2
4.0 ANALYSE DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE	3
4.1 METHODOLOGIE.....	3
4.1.1 Choix des sites d'échantillonnage des eaux.....	3
4.1.3. Méthodes d'analyse	5
4.1.4. Analyse des données	6
4.2. RESULTATS	7
4.3 INTERPRÉTATION	9
4.3.1 Badoula dans la sous-préfecture de Damaro.....	9
4.3.2 Bantamayah dans la sous-préfecture de Ouré Kaba	10
4.3.3 Madina dans la sous-préfecture de Ouré Kaba	11
4.3.4 Senguélen dans la sous-préfecture de Maférinyah.....	12
4.3.5 Sékoussoriyah dans la sous-préfecture Madina-Oula	13
4.3.6 Diarakendou dans la sous-préfecture de Damaro	14

4.3.7 Feressedou dans la sous-préfecture de Damaro	15
5.0 ANALYSE DES SOLS	16
5.1 METHODOLOGIE.....	16
5.1.1 Choix des sites d'échantillonnage des sols	16
5.1.2 Echantillonnage.....	16
5.1.3 Méthodes d'analyse	18
5.1.4 Analyse des données	18
5.2 RESULTATS	19
5.3 INTERPRÉTATION	21
5.3.1 Badoula dans la sous-préfecture de Damaro.....	21
5.3.2 Bantamayah dans la sous-préfecture de Ouré Kaba	21
5.3.4 Senguélen dans la sous-préfecture de Maférinyah.....	23
5.3.5 Sékoussoriyah dans la sous- préfecture de Madina-Oula	24
5.3.6 Diarakendou dans la sous-préfecture de Damaro	24
5.3.7 Feressedou dans la sous-préfecture de Damaro	25
Conclusion	26
ANNEXE: PHOTO DE SITES.....	27

LISTE DES TABLEAUX

4.1.1 Echantillonnage.....	3
Tableau I: Point d'échantillonnage de l'eau de surface	3
Tableau II: Paramètres analysés et les références des méthodes d'analyse de l'eau	5
Tableau III: Classes et indices de qualité de l'eau par altération	6
Tableau IV: Résultats d'analyses des échantillons d'eaux de surface de la zone d'étude	8
Tableau V: Point de prélèvement des Echantillons de Sol	16
Tableau VI: Résultats d'analyses des échantillons de sol	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Points d'échantillonnages des eaux de surfaces sur les sites d'investigations	4
Figure 2: Points d'échantillonnage de sol sur les sites d'investigations	17

LISTE DES PHOTOS

Point de prélèvement d'échantillon de sol à Badoula.....	27
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Badoula	27
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Bantamaya.....	28
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Bantamaya	28
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Diarakendou	29
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Fressedou	29
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Fressedou.....	30
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Bantamaya	30
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Madina	31
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Madina.....	31
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Sekoussoriyah.....	32
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Sekoussoriyah	32
Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Seguelen	33
Point de prélèvement d'échantillon de sol à Seguelen.....	33

SIGLES ET ABREVIATIONS

AAS:	Spectroscopie d'absorption atomique
ACA:	Advocates for Community Alternatives
AFNOR:	Association Française de Normalisation
CVAAS:	Spectrométrie d'absorption atomique à vapeur froide
CSIR:	Conseil pour la Recherche Scientifique et Industrielle
EIES:	Études d'Impact Environnemental et Social
FAO:	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
ICP-OES:	Spectrométrie d'émission optique avec plasma à couplage inductif
ISO:	International Organization for Standardization
ONG:	Organisation Non Gouvernementale
OMS:	Organisation mondiale de la santé
SEQ-Eau:	Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau
UE:	Union Européenne
USDA:	United States Department of Agriculture
WCS:	Winning Consortium Simandou

RESUME NON TECHNIQUE

Face aux récents changements environnementaux liés aux activités de construction menées par le Winning Consortium Simandou (WCS), les communautés guinéennes de Badoula, Bantamayah, Diarakendou, Feressedou, Madina, Sékoussorayah, and Senguéleont ont décidé d'étudier ces impacts, en se concentrant sur les ressources en sol et en eau. Dans le cadre de cette initiative, 19 échantillons d'eau et 19 échantillons de sol ont été prélevés dans sept communautés affectées, puis analysés dans les laboratoires du Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) à Accra et Kumasi, au Ghana, avec l'appui d'Advocates for Community Alternatives (ACA), une organisation non-gouvernementale basée aux États-Unis et au Ghana. L'objectif de cette évaluation était d'analyser la qualité environnementale et d'identifier les risques potentiels pour les écosystèmes locaux et la santé des populations.

L'analyse de la qualité de l'eau a révélé des valeurs variables selon les paramètres. Si plusieurs échantillons respectaient les normes réglementaires en matière de pH, de salinité et de certains éléments traces, d'autres présentaient des niveaux élevés de turbidité, de chlorures, de sulfates et d'indicateurs microbiens. Notamment, les échantillons provenant de Senguelen ont montré des signes possibles de pollution liée à des rejets d'eaux usées, tandis que l'augmentation de la conductivité et des matières en suspension dans d'autres localités pourrait être liée au ruissellement des zones de construction.

L'analyse des sols a mis en évidence une variabilité des conditions de fertilité. Les sols de Diarakendou et de Senguelen présentaient des niveaux relativement élevés de matière organique et de nutriments, alors que ceux de Madina et de Bantamayah étaient fortement dégradés, avec des teneurs très faibles en azote et en carbone organique.

À Sékoussorayah, la fertilité était modérée : certains échantillons affichaient une composition nutritive et une saturation en bases acceptables, tandis que d'autres montraient un appauvrissement en matière organique. Les observations de terrain ont révélé que le dépôt de sédiments provenant des constructions minières en amont à Badoula, Fressoudou et Diarakendou- a contribué à la dilution de la couche arable et à la baisse de la fertilité.

Les concentrations en métaux lourds étaient généralement faibles, bien que des altérations chimiques localisées aient été relevées dans les zones perturbées.

Ces résultats soulignent les impacts environnementaux cumulés des activités de construction, tels que la sédimentation, l'érosion et les rejets d'eaux usées. Bien que tous les indicateurs n'indiquent pas une dégradation et des risques localisés sont clairement apparents.

Des interventions ciblées notamment le contrôle de l'érosion, la gestion des eaux usées et la réhabilitation des sols sont essentielles pour protéger la productivité agricole et garantir les droits environnementaux des communautés concernées.

1.0 CONTEXTE

Face aux récents changements environnementaux liés aux activités de construction menées par le Winning Consortium Simandou (WCS), les communautés guinéennes de Badoula, Bantamayah, Diarakendou, Feressedou, Madina, Sékoussorayah, and Senguéleont ont décidé d'étudier ces impacts, en se concentrant sur les ressources en sol et en eau. Avec l'appui d'Advocates for Community Alternatives (ACA), une organisation non-gouvernementale basée aux États-Unis et au Ghana, des échantillons d'eau et de sol ont été prélevés dans les communautés impactées, puis envoyés pour analyse aux laboratoires du Conseil pour la Recherche Scientifique et Industrielle (CSIR) à Accra et Kumasi, au Ghana. Cette analyse vise à évaluer l'ampleur des impacts environnementaux du WCS conformément aux normes réglementaires en vigueur en matière de qualité de l'eau et du sol. L'objectif est de mesurer les paramètres clés de la qualité de l'eau, d'analyser les caractéristiques du sol, et d'interpréter les résultats afin d'identifier les risques potentiels pour les écosystèmes locaux ainsi que pour la santé et le bien-être des communautés environnantes.

2.1 OBJECTIF GENERAL

Réaliser une évaluation des impacts environnementaux des activités du projet **Simandou** sur les matrices environnementales connexes, notamment les **eaux naturelles** et les **sols** de la zone d'étude.

2.2 Objectifs spécifiques

- Déterminer le niveau de contamination des eaux naturelles dans la zone d'étude ;
- Déterminer le niveau de contamination des sols dans la zone d'étude ;
- Interpréter les résultats analytiques en les comparant aux normes environnementales de référence, en particulier les standards français (AFNOR, SEQ-Eau).

3.0 REGLEMENTATION APPLICABLE

La réglementation applicable à l'évaluation des impacts environnementaux des activités du projet Simandou sur les matrices environnementales (eaux, sols) repose principalement sur les textes législatifs et réglementaires en vigueur en République de Guinée. Ces textes encadrent la gestion durable de l'environnement et les exigences relatives aux études d'impact environnemental :

La Constitution de la République de Guinée, notamment en son article 16, qui garantit à chaque citoyen le droit à un environnement sain ;

La Loi n° L/2019/0038/AN du 23 octobre 2019 portant Code de l'Environnement, qui constitue le texte de référence en matière de protection, de gestion et de mise en valeur de l'environnement en Guinée ;

Le Décret D/2017/285/PRG/SGG du 31 octobre 2017, fixant les modalités de réalisation des Études d'Impact Environnemental et Social (EIES) ;

Le Code minier (Loi n°2011/006/CNT du 9 septembre 2011, révisée en 2013), qui impose l'évaluation des impacts environnementaux pour toute activité d'exploitation minière ;

Le Décret N°D/2021/160/PRG/SGG du 13 juillet 2021, relatif à la mise en conformité environnementale des projets existants et nouveaux.

Cependant, la Guinée ne dispose pas encore de normes techniques spécifiques encadrant la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux naturelles et des sols. En l'absence de telles références nationales, cette étude s'appuie sur des normes internationales reconnues, notamment:

Les normes françaises (AFNOR) et les standards NF EN ISO, applicables aux analyses de laboratoire (ex.: NF EN ISO 11885 pour les métaux lourds);

Le Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ-Eau, 2003) utilisé pour la classification de la qualité des eaux de surface;

Les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour l'eau destinée à la consommation ou l'évaluation environnementale.

Cette approche garantit une interprétation rigoureuse, comparable et scientifiquement fondée des résultats, conformément aux pratiques acceptées au niveau national et international.

4.0 ANALYSE DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE

4.1 METHODOLOGIE

4.1.1 Choix des sites d'échantillonnage des eaux

Les points d'échantillonnage des eaux de surface ont été sélectionnés à travers une démarche participative impliquant les membres des communautés locales. Ces derniers ont identifié les sources d'eau les plus préoccupantes, soit en raison de leur utilisation comme principale source d'eau potable, soit en lien avec des changements perçus dans la qualité de l'eau depuis le début des travaux du projet Simandou. Les sites retenus reflètent ainsi les zones où les impacts potentiels sur la santé, l'agriculture ou la vie quotidienne ont été jugés les plus significatifs par les habitants eux-mêmes.

4.1.2 Echantillonnage

Les prélèvements d'échantillons d'eaux ont eu lieu en février 2025. Tous les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en polyéthylène, étiquetés et transportés au laboratoire du Centre de Recherche Scientifique et Industrielle à Accra, Ghana pour analyses.

Tableau I: Point d'échantillonnage de l'eau de surface

Localisation	Coordonnées Géographiques
Badoula	N 9°08'42.6" W 8°43'33.3"
Bantamayah	N 10°08'34.3" W 11°37'04.7"
Bantamayah	N 10°08'47.6" W 11°34'13.7"
Bantamayah	N 10°08'43.4" W 11°36'21.3"
Bantamayah	N 10°08'39.9" W 11°36'24.6"
Bantamayah	N 10°08'24.8" W 11°37'28.8"
Diarakendou	N 9°06'06.7" W 8°54'06.3"
Diarakendou	N 9°06'15.0" W 8°53'56.9"
Feressedou	N 9°03'39.1" W 8°56'15.9"
Feressedou	N 9°03'49.8" W 8°56'00.8"
Madina	N 10°08'05.9" W 11°28'48.2"
Madina	N 10°08'07.2" W 11°28'47.5"
Sékoussoriyah	N 9°57'05.4" W 12°17'15.5"
Sékoussoriyah	N 9°57'36.1" W 12°19'09.4"
Sékoussoriyah	N 9°57'37.0" W 12°19'10.2"
Senguélen	N 9°26'19.4" W 13°20'09.0"
Senguélen	N 9°26'28.0" W 13°20'09.5"
Senguélen	N 9°26'33.6" W 13°20'17.5"



Figure 1: Points d'échantillonnages des eaux de surfaces sur les sites d'investigations

4.1.3. Méthodes d'analyse

Les paramètres analysés et les références des méthodes d'analyse sont consignés dans le tableau II ci-après.

Tableau II: Paramètres analysés et les références des méthodes d'analyse de l'eau

PARAMETRES	METHODE	REFERENCE DE LA METHODE
Paramètres physique		
pH / Température	Electrochimique à l'électrode de verre	NFT 90-008
Oxygène Dissous	Electrochimique à la sonde à oxygène	NF EN 25814
Conductivité / TDS	Electrochimique à la sonde	NF T 90-031
Oxydo réduction	Electrochimique à l'électrode de verre	NFT 90-008
MES	Méthode par filtration sur fibre de verre	NF T 90-105
Paramètres chimiques		
Nitrates	Réduction au cadmium, mesure par spectrophotomètre moléculaire	ISO 7890-3
Nitrite	Méthode colorimétrique par diazotation	NF T 90-013
Ammoniums	Méthode à l'indophénol, mesure par spectrophotomètre moléculaire.	NFT 90-015-2
COT	dosage du carbone organique total	ISO 8245:1999
Orthophosphate	Méthode spectrophotométrique au molybdate d'ammonium	NF EN ISO 6878
Paramètres Chimiques		
Fer	Dosage d'éléments choisis par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)	NF EN ISO 11885
Manganèse		
Plomb		
Cuivre		
Zinc		
Mercur		
Chrome		
Cadmium		
Arsenic		
Bactéries indicateurs de contamination fécale		
Coliforme Fécaux	Méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries	NF EN ISO 9308-1
Coliforme totaux		NF ISO 7899-2
Escherichia Coli		

4.1.4. Analyse des données

En l'absence de normes nationales spécifiques en République de Guinée concernant la qualité physique, chimique et bactériologique des eaux naturelles, les résultats d'analyses des échantillons d'eaux de surface ont été interprétés en se référant au Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau développé en France.

Grille d'évaluation de la qualité des eaux

Pour évaluer l'état des eaux de surface dans la zone d'étude, les valeurs mesurées pour les paramètres physico-chimiques et bactériologiques ont été comparées aux valeurs seuils définies dans la grille du SEQ-Eau (2003). Ce système, reconnu pour son approche globale de la qualité des milieux aquatiques, permet une classification des eaux selon différents niveaux de qualité (excellente, bonne, moyenne, médiocre, mauvaise) en fonction de seuils normalisés pour chaque paramètre (cf. tableau III).

Tableau III: Classes et indices de qualité de l'eau par altération

Paramètres		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
pH	min	6,5	6	5,5	4,5	-
	max	8,2	9	9,5	10	-
Conductivité	min	180	120	60	0	
	max	2500	3000	3500	4000	
Température (°C)		24	25,5	27	28	-
Oxygène dissous		8	6	4	3	
MES (mg/L)		2	25	38	50	-
Nitrate (mg/L)		2	10	25	50	-
Nitrite (mg/L)		0,03	0,3	0,5	1	-
Ammonium (mg/L)		0,1	0,5	2	5	-
Orthophosphate(mg/L)		0,1	0,5	1	2	
Mercure (µg/L)		0,007	0,07	0,7	1	
Plomb (µg/L)		1	10	30	50	-
Cuivre (µg/L)		0,27	2,7	27	40	-
Chrome (µg/L)		0,36	3,6	36	50	-
Zinc (µg/L)		1,4	14	140	330	
Plomb (µg/L)		1	10	30	50	-
Arsenic		1	35	70	100	
Manganèse		-	-	-	-	
Fer		-	-	-	-	
Coliformes totaux		50	500	5000	10000	
Streptocoques Fécaux		20	200	2000	20000	
Escherichia Coli		50	200	2000	20000	

4.2. RESULTATS

Les résultats des analyses des échantillons d'eaux de surface prélevés dans la zone d'étude sont présentés dans le tableau IV ci-dessous. Ces analyses ont été réalisées conformément aux normes françaises en vigueur, notamment les normes AFNOR et NF EN ISO, applicables à l'évaluation de la qualité des eaux. Les paramètres mesurés incluent les caractéristiques physico-chimiques de base ainsi que, le cas échéant, les concentrations en éléments traces métalliques.

Tableau IV: Résultats d'analyses des échantillons d'eaux de surface de la zone d'étude

Paramètres	Unités	BAT-01	BAT-02	BAT-03	BAT-04	BAT-05	MAD-01	MAD-02	SEN-01	SEN-02	SEN-03	SEK-01	SEK-02	SEK-03	BAD-01	DJK-01	DJK-02	FRS-01	FRS-02
Paramètres Physiques																			
pH	-	6,24	6,28	6,85	7,30	6,90	6,66	6,85	6,40	6,50	6,04	6,82	6,83	6,91	2,52	6,81	6,87	6,50	5,64
Oxydo-Réduction	mV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-Conductivité	µS/cm	465	97,2	57,9	70,9	103	127	133	34,400	30,900	25,300	68,9	67,3	36,2	1291	16,9	17,8	22,6	20,7
TDS	ppm	341	84,5	47,6	67,5	99,5	112	119	19,846	17028	14329	62,6	61,0	26,7	646	11,9	14,6	16,6	18,9
Oxygène dissous	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MES	mg/L	28,0	26,0	30,0	8,00	14,0	11,0	17,0	6,00	41,0	11,0	53,0	35,0	<1,00	135	5,00	13,0	2,90	14,000
Température	°C	26,9	27,2	21,9	23,1	22,9	22,8	24,5	26,9	27,2	21,9	23,1	22,9	22,8	24,5	26,10	27,3	26,9	27,2
Paramètres Chimiques																			
Nitrate	mg/L	0,574	0,054	0,076	0,030	1,18	0,239	0,223	0,154	0,176	0,027	0,121	0,098	<0,001	2,30	<0,001	0,056	0,090	0,030
Nitrite	mg/L	0,164	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,009
Ammonium	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Orthophosphate	mg/L	0,003	0,034	0,039	1,20	0,041	<0,001	0,115	0,060	0,006	<0,001	0,027	0,013	0,032	<0,001	<0,001	<1,00	0,066	0,059
COT	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Éléments Traces Métalliques																			
Mercuré	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Arsenic	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cadmium	µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Chrome	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Plomb	µg /L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Zinc	µg/L	0,253	0,019	0,008	<0,005	0,008	0,059	<0,005	0,008	0,012	0,007	0,013	0,006	0,005	<0,005	0,007	0,007	0,006	0,025
Cuivre	µg/L	0,010	<0,010	0,010	0,010	0,010	<0,001	0,010	0,010	0,013	0,010	0,014	0,010	<0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,018
Manganèse	mg/L	0,380	0,263	0,065	0,033	0,121	0,033	0,540	0,137	0,444	0,284	0,088	0,087	0,09	0,037	0,031	0,031	2,19	1,36
Fer	mg/L	0,381	0,650	0,780	0,623	0,732	0,17	1,02	0,437	0,925	0,973	1,24	1,07	0,238	1,66	0,410	0,410	0,293	5,50
Bactéries indicateurs de contamination fécale																			
Coliforme totaux	UFC/10 0mL	1488	1744	372	2232	1116	1860	465	18600	1674	1488	1860	2790	2232	372	1302	4	1302	1116
Coliforme fécaux	UFC/10 0mL	20	4	0	1860	651	6	0	200	372	28	372	1860	60	48	0	2	90	48
E, Coli	UFC/10 0mL	10	2	0	1674	465	2	0	100	93	14	93	1116	24	24	0	0	60	34

BAT= Bantamayah , MAD= Madina, SEN= Senguélen, SEK= Sékoussoriyah, BAD= Badoula, DJK= Diarakendou, FRS = Feressedou,

4.3 INTERPRÉTATION

En l'absence de normes nationales spécifiques en République de Guinée, l'interprétation des résultats repose sur une comparaison avec les valeurs guides établies par les normes françaises, largement reconnues et utilisées à l'échelle internationale pour la surveillance de la qualité des eaux superficielles.

4.3.1 Badoula dans la sous-préfecture de Damaro

L'échantillon d'eau prélevé dans la localité de Badoula présente de graves anomalies physico-chimiques qui le rendent impropre à la consommation humaine. Le pH mesuré à 2,52 indique une acidité extrême, bien en dessous de la plage recommandée par les normes françaises (6,5 à 9,0), ce qui représente un risque sérieux pour la santé: corrosion des tuyaux, irritation gastro-intestinale, et dégradation des infrastructures de distribution d'eau.

Cette acidité exceptionnelle est inhabituelle dans les conditions naturelles et semble clairement liée à une pollution d'origine anthropique, notamment aux activités minières en cours dans les montagnes du Simandou, qui constituent la source présumée de l'eau. Des excavations intensives ont été observées sur le site, ce qui peut avoir provoqué l'exposition de minéraux sulfurés à l'air et à l'eau, entraînant la formation d'acide sulfurique par drainage minier acide (DMA). Ce phénomène est bien documenté dans les contextes miniers et entraîne souvent une contamination acide des eaux de surface et souterraines.

Les autres paramètres confirment cette dégradation:

- Conductivité électrique: 1291 $\mu\text{S}/\text{cm}$, au-dessus du seuil acceptable (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indiquant une forte teneur en ions dissous.
- TDS (solides dissous totaux): 646 mg/L, au-delà de la limite souhaitable (500 mg/L), témoignant d'une minéralisation excessive.
- MES (matières en suspension): 135 mg/L, signalant une turbidité importante, probablement due à l'érosion et au ruissellement de particules de sol ou de matériaux remaniés par les travaux.

Sur le plan microbiologique, l'échantillon est également préoccupant:

- Coliformes totaux: 372 UFC/100 mL
- Coliformes fécaux: 48 UFC/100 mL
- Escherichia coli: 24 UFC/100 mL

Tous ces chiffres dépassent largement la norme française de 0 UFC/100 mL, et indiquent une contamination fécale ou une infiltration d'eaux usées non traitées, ce qui accroît les risques sanitaires.

Ces résultats confirment les préoccupations exprimées par les habitants, qui ont rapporté une dégradation de la qualité de l'eau coïncidant avec le début des travaux miniers dans la zone montagneuse. La convergence des preuves chimiques, physiques, biologiques et des témoignages locaux renforce l'hypothèse d'un impact direct des activités minières sur la qualité de l'eau.

4.3.2 Bantamayah dans la sous-préfecture de Ouré Kaba

L'analyse des échantillons d'eau de la localité Bantamayah indique que la qualité physico-chimique de l'eau est généralement excellente. La valeur moyenne du pH de 6,71 se situe dans la plage acceptable fixée par les normes françaises pour l'eau potable (6,5-9,0), et la conductivité électrique (158,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$) est nettement inférieure au seuil de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, suggérant une faible minéralisation et une bonne qualité de l'eau.

De même, les solides dissous totaux (TDS) ont une moyenne de 128 mg/L, bien en dessous de la directive de 500 mg/L, indiquant que l'eau n'est pas fortement chargée en substances inorganiques. Les concentrations en nitrates et en nitrites est également très faibles, avec des moyennes de 0,38 mg/L et 0,03 mg/L respectivement, bien en dessous des limites respectives de 50 mg/L pour les nitrates et de 0,1 mg/L pour les nitrites.

Les matières en suspension (MES) ont une valeur moyenne de 21,2 mg/L, ce qui est légèrement élevé, mais encore dans une plage tolérable pour les sources non traitées. Dans l'ensemble, ces indicateurs ne montrent aucune preuve de contamination chimique, ce qui rend l'eau chimiquement potable.

Cependant, l'analyse microbiologique dresse un tableau contrasté. Les comptes moyens de coliformes totaux (1390,4 UFC/100 mL), de coliformes fécaux (507,0 UFC/100 mL) et d'*Escherichia coli* (E. coli) (430,2 UFC/100 mL) étaient tous bien au-dessus du seuil acceptable de zéro, exigé par les normes françaises pour l'eau potable.

Ces résultats indiquent une contamination fécale importante, probablement due à des déchets humains ou animaux, rendant l'eau microbiologiquement impropre à la consommation. Malgré la bonne qualité chimique, la présence de micro-organismes pathogènes pose des risques graves pour la santé des consommateurs.

Par conséquent, bien que les sources d'eau de Bantamayah puissent être chimiquement sûres, elles sont impropres à la consommation humaine directe sans désinfection appropriée. Des interventions immédiates, telles que la chloration ou le traitement UV, ainsi que l'amélioration de l'assainissement et de la protection des sources d'eau, sont fortement recommandées.

4.3.3 Madina dans la sous-préfecture de Ouré Kaba

Les échantillons d'eau collectés dans la localité de Madina présentent une qualité physico-chimique globalement bonne, conformément aux normes françaises de qualité de l'eau. Le pH moyen, mesuré à 6,76, se situe dans la plage acceptable de 6,5 à 9,0, indiquant une eau neutre à légèrement acide. La conductivité électrique, avec une moyenne de 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$, est nettement inférieure au seuil maximal de 1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui témoigne de faibles niveaux d'ions dissous et d'un bon équilibre minéral. De même, les solides dissous totaux (TDS) affichent une valeur moyenne de 115,5 mg/L, bien en deçà de la limite de 500 mg/L, ce qui confirme une faible charge minérale.

Les concentrations en nitrates (0,23 mg/L) et en nitrites (0,00 mg/L) sont très faibles, ce qui suggère une absence de pollution azotée d'origine agricole ou domestique. Les matières en suspension (MES) sont également faibles, avec une moyenne de 14 mg/L, inférieure à la limite de 25 mg/L pour l'eau non traitée. La température enregistrée de 23,65°C est typique des eaux de surface ou souterraines peu profondes en climat tropical.

Ces paramètres indiquent que l'eau de Madina est chimiquement propre et faiblement influencée par des contaminations industrielles ou agricoles. Toutefois, l'analyse microbiologique révèle certaines préoccupations sanitaires. Bien que les niveaux d'*Escherichia coli* (1,0 UFC/100 mL) et de coliformes fécaux (3,0 UFC/100 mL) soient relativement faibles par rapport à d'autres localités plus contaminées, ils dépassent la norme française stricte qui exige une absence totale (0 UFC/100 mL) pour l'eau potable. Le nombre moyen de coliformes totaux, quant à lui, est de 1 162,5 UFC/100 mL, ce qui excède significativement les normes admissibles.

Ces résultats suggèrent une contamination microbienne modérée, probablement liée à des sources environnementales ou à un assainissement inadéquat. Bien que la charge microbienne soit bien inférieure à celle observée à Senguilene ou Sékoussoriyah, la présence même limitée d'agents pathogènes rend cette eau impropre à la consommation humaine sans traitement préalable.

En résumé, les échantillons d'eau de Madina sont chimiquement sûrs, mais microbiologiquement non conformes aux exigences pour l'eau potable. Un traitement de base, incluant désinfection et protection renforcée des points de collecte, est nécessaire pour permettre un usage domestique en toute sécurité.

4.3.4 Senguélen dans la sous-préfecture de Maférinyah

L'analyse des échantillons d'eau prélevés à Senguélen révèle une pollution sévère d'origine anthropique, rendant l'eau impropre à toute utilisation domestique ou agricole. Le pH moyen de 6,31 indique une légère acidité, mais ce sont surtout la conductivité électrique (30 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et les solides dissous totaux (TDS : 17 067,67 mg/L) qui signalent une minéralisation extrême, largement au-dessus des normes admises (1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité et 500 mg/L pour les TDS). Ces valeurs traduisent une contamination chimique intense, vraisemblablement liée aux activités humaines dans la zone, notamment le rejet de déchets liquides industriels ou issus de chantiers de construction.

Bien que les niveaux de nitrates (0,12 mg/L), de nitrites (0,00 mg/L) et de matières en suspension (19,33 mg/L) soient dans des limites acceptables, ils ne suffisent pas à compenser la charge ionique excessive de l'eau. Sur le plan microbiologique, les résultats sont également préoccupants : coliformes totaux (7 254 UFC/100 mL), coliformes fécaux (200 UFC/100 mL) et *Escherichia coli* (69 UFC/100 mL), tous largement supérieurs à la norme française (0 UFC/100 mL), indiquent une contamination fécale directe, probablement due à des rejets d'eaux usées non traitées.

Cette eau était la principale source d'irrigation des rizières situées en aval, mais sa qualité dégradée a rendu les champs totalement improductifs. Les agriculteurs, qui dépendaient de cette ressource pour la culture du riz, notamment en saison sèche, rapportent qu'ils ont cessé toute activité agricole depuis plusieurs années, faute d'eau utilisable.

En résumé, l'eau de Senguélen présente une double menace, chimique et biologique, qui compromet à la fois la santé humaine et la sécurité alimentaire locale. Les résultats d'analyse sont cohérents avec les observations faites sur le terrain par les agriculteurs et notre équipe, notamment le déversement direct d'eaux usées provenant du chantier dans les champs. Cette concordance entre données scientifiques et témoignages locaux renforce la crédibilité des inquiétudes exprimées par la communauté, qui signale une dégradation rapide de l'environnement depuis le début des

activités de construction. Des mesures urgentes doivent être prises pour identifier et stopper les sources de pollution, et pour restaurer la qualité de l'eau à des fins agricoles et domestiques.

4.3.5 Sékoussouriyah dans la sous-préfecture Madina-Oula

Les échantillons d'eau de la localité de Sékoussouriyah présentent des propriétés physico-chimiques globalement favorables. La valeur moyenne du pH, de 6,85, se situe confortablement dans la plage acceptable de 6,5 à 9,0 prescrite par les normes françaises pour l'eau potable, indiquant une eau neutre à légèrement basique.

La conductivité électrique, mesurée à une moyenne relativement faible de 57,47 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ainsi que les solides dissous totaux (TDS) à 50,1 mg/L, sont des indicateurs d'une faible minéralisation, confirmant la pureté chimique de cette eau.

Les concentrations en nitrates (0,07 mg/L) et en nitrites (0,00 mg/L) sont extrêmement faibles, suggérant l'absence d'influence notable de ruissellements agricoles ou d'eaux usées. La température mesurée, de 22,93 °C, est typique pour les sources d'eau de surface ou les eaux souterraines peu profondes dans la région.

Cependant, une légère préoccupation est soulevée par les matières en suspension (MES), qui présentent une moyenne de 29,67 mg/L, légèrement supérieure à la limite recommandée de 25 mg/L pour l'eau potable non traitée. Ce dépassement reste modéré et peut être facilement corrigé par une filtration appropriée.

L'analyse microbiologique, en revanche, révèle un tableau plus préoccupant. Le nombre moyen de coliformes totaux atteint 2 294 UFC/100 mL, et plus inquiétant encore, les coliformes fécaux et *Escherichia coli* sont présents à des niveaux moyens de 764 et 411 UFC/100 mL, respectivement. Ces valeurs dépassent largement la norme française, qui exige une absence totale (0 UFC/100 mL) de ces indicateurs dans l'eau potable.

Les niveaux élevés de bactéries fécales suggèrent une contamination importante, probablement liée à un assainissement inadéquat ou à la proximité de sources de déchets humains ou animaux. La présence d'*E. coli*, en particulier, signale une contamination fécale récente et indique un risque élevé de maladies d'origine hydrique.

En résumé, l'eau de Sekoussouriyah est chimiquement propre mais microbiologiquement dangereuse. Si la faible conductivité et le TDS modeste sont des indicateurs positifs, la présence massive de contaminants bactériens exclut toute utilisation directe sans traitement. Une

désinfection efficace (par ébullition, chloration ou filtration), combinée à des mesures de protection des sources, est impérative pour garantir une utilisation sûre.

4.3.6 Diarakendou dans la sous-préfecture de Damaro

Les échantillons d'eau collectés dans la localité de Diarakendou présentent une excellente qualité physico-chimique pour l'ensemble des paramètres clés. Le pH moyen, de 6,84, se situe confortablement dans la plage acceptable de 6,5 à 9,0 définie par les normes françaises, indiquant une eau neutre à légèrement basique.

La conductivité électrique, avec une moyenne de 17,35 $\mu\text{S}/\text{cm}$, et les solides dissous totaux (TDS), à 13,25 mg/L, révèlent une minéralisation extrêmement faible, caractéristique d'une eau chimiquement vierge. Les teneurs en nitrates (0,03 mg/L) et en nitrites (0,00 mg/L) sont négligeables, suggérant l'absence de pollution anthropique (eaux de ruissellement agricoles, eaux usées, etc.).

Les matières en suspension (MES) sont faibles à 9,0 mg/L, ce qui reflète une eau claire, tandis que la température enregistrée de 26,7 °C reste dans les limites typiques pour les plans d'eau de surface tropicaux.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que l'eau de Diarakendou est chimiquement propre et exempte de contamination.

Sur le plan microbiologique, les résultats sont également relativement bons, bien qu'ils ne respectent pas entièrement les critères de potabilité. Les coliformes totaux sont présents à une moyenne de 653 UFC/100 mL, ce qui dépasse la norme française de 0 UFC/100 mL pour l'eau potable. Cependant, les coliformes fécaux sont quasi inexistantes (1,0 UFC/100 mL) et *E. coli* est non détecté, ce qui constitue un signal très positif.

La présence de coliformes totaux indique une contamination microbienne environnementale, mais l'absence d'*E. coli* et la quasi-absence de coliformes fécaux suggèrent l'absence de contamination fécale récente et un faible risque pour la santé humaine.

En résumé, l'eau de Diarakendou est chimiquement excellente et microbiologiquement acceptable, sous réserve de mesures de désinfection simples, telles que l'ébullition ou la chloration, pour qu'elle puisse être considérée comme potable. Elle constitue ainsi l'une des sources les plus sûres identifiées dans la zone d'étude.

4.3.7 Feressedou dans la sous-préfecture de Damaro

Les échantillons d'eau prélevés à Feressedou révèlent un profil contrasté, combinant certaines caractéristiques physico-chimiques favorables à des préoccupations majeures en matière de qualité. Le pH moyen, évalué à 6,07, est légèrement inférieur à la norme minimale française de 6,5, ce qui indique une eau légèrement acide, bien que cela ne soit pas alarmant.

La conductivité électrique (21,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ainsi que les solides dissous totaux (TDS) (17,75 mg/L) sont remarquablement bas, traduisant une minéralisation minimale et une chimie de base très pure. De même, les niveaux de nitrates (0,06 mg/L) et de nitrites (0,00 mg/L) sont très en dessous des seuils réglementaires, suggérant l'absence de pollution azotée.

Cependant, un point critique concerne les matières en suspension (MES), dont la moyenne atteint 7 001,45 mg/L — un niveau extrêmement élevé, largement supérieur aux limites acceptables pour toute utilisation domestique ou potable. Ce niveau anormalement élevé reflète probablement une turbidité sévère, fortement influencée par les activités d'excavation observées sur la montagne voisine. L'utilisation d'excavatrices et de bulldozers pour le terrassement et le décapage du sol favorise l'érosion et le ruissellement de sédiments vers les cours d'eau, contribuant ainsi à cette importante contamination par les sédiments.

La température de l'eau (27,05 °C) reste dans les plages attendues pour les eaux de surface tropicales. Néanmoins, les MES très élevées compromettent sérieusement toute forme de traitement simple ou d'usage domestique.

Sur le plan microbiologique, les résultats sont particulièrement préoccupants. Les coliformes totaux sont présents à une moyenne de 1 209 UFC/100 mL, tandis que les coliformes fécaux (69 UFC/100 mL) et *Escherichia coli* (47 UFC/100 mL) dépassent largement la norme française de 0 UFC/100 mL, indiquant une contamination fécale avérée et la présence potentielle de micro-organismes pathogènes.

En résumé, bien que l'eau de Feressedou soit faiblement minéralisée et chimiquement peu chargée, elle est impropre à la consommation en raison d'un taux excessif de matières en suspension et d'une contamination microbiologique sévère. Cette eau présente des risques sanitaires physiques et biologiques importants et nécessiterait une filtration poussée suivie d'une désinfection rigoureuse avant toute utilisation domestique.

5.0 ANALYSE DES SOLS

5.1 METHODOLOGIE

5.1.1 Choix des sites d'échantillonnage des sols

Les sites de prélèvement des échantillons de sol ont également été définis en collaboration directe avec les membres des communautés concernées. Les zones choisies sont principalement des terres agricoles où les habitants ont constaté une baisse de productivité ou des modifications visibles de la qualité des sols, coïncidant avec le développement des activités minières dans les montagnes du Simandou. Cette approche participative garantit que les analyses réalisées s'ancrent dans les expériences concrètes des populations et ciblent les espaces les plus affectés selon leur perception.

5.1.2 Echantillonnage

Des échantillons de sol ont été prélevés dans des champs de culture impactés. Un total de 19 échantillons ont été collectés dans divers champs appartenant à six communautés différentes, à une profondeur de 0,20 mètre, au cours du mois de février 2025.

Les échantillons ont été conditionnés dans des sachets plastiques étiquetés, puis transportés au laboratoire pour le séchage à l'air libre et l'analyse des paramètres physico-chimiques et chimiques.

Tableau V: Point de prélèvement des Echantillons de Sol

Localisation	Coordonnées Géographiques
Badoula	N 9°08'42,8" W 8°43'32,1"
Bantamayah	N 10°08'04,7" W 11°39'07,4"
Bantamayah	N 10°08'34,3" W 11°37'04,7"
Bantamayah	N 10°08'24,8" W 11°37'28,8"
Diarakendou	N 9°06'06,7" W 8°54'06,3"
Diarakendou	N 9°06'15,8" W 8°53'58,4"
Feressedou	N 9°03'42,0" W 8°54'56,3"
Feressedou	N 9°03'38,2" W 8°54'47,4"
Feressedou	N 9°03'27,8" W 8°54'18,7"
Madina	N 10°08'08,9" W 11°28'46,1"
Madina	N 10°07'58,6" W 11°29'24,1"
Madina	N 10°08'04,8" W 11°29'39,3"
Sékoussoriyah	N 9°57'05,4" W 12°17'15,5"
Sékoussoriyah	N 9°57'36,1" W 12°19'09,4"
Sékoussoriyah	N 9°57'37,0" W 12°19'10,2"
Sékoussoriyah	N 9°57'36,4" W 12°20'05,8"
Senguélen	N 9°26'19,4" W 13°20'09,0"
Senguélen	N 9°26'28,0" W 13°20'09,5"
Senguélen	N 9°26'33,6" W 13°20'17,5"

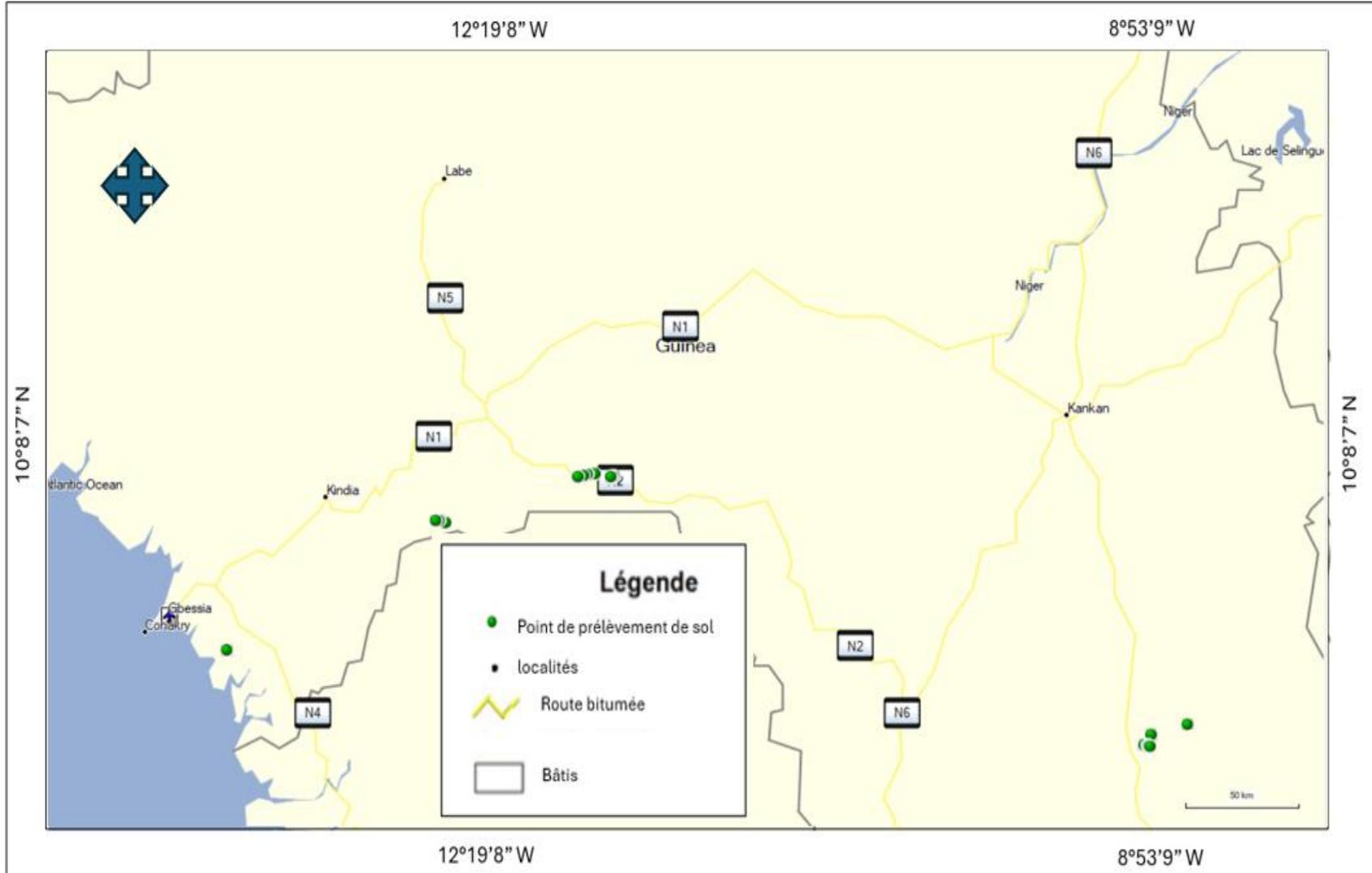


Figure 2: Points d'échantillonnage de sol sur les sites d'investigations

5.1.3 Méthodes d'analyse

La République de Guinée ne disposant pas actuellement de normes nationales spécifiques en matière de qualité des sols, les résultats des analyses ont été interprétés en s'appuyant sur des référentiels internationalement reconnus, notamment ceux de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), de l'Union européenne (UE), ainsi que sur les normes françaises (AFNOR).

Les données issues des analyses de laboratoire ont été organisées dans des tableaux et comparées directement à ces valeurs de référence afin d'évaluer la qualité physique et chimique des sols échantillonnés. Chaque paramètre — incluant le pH, la matière organique, les nutriments (azote, phosphore, potassium), les cations échangeables, les oligo-éléments (fer, zinc, cuivre, manganèse) et les métaux lourds (cadmium, plomb, chrome, mercure, nickel, arsenic) a été examiné en fonction de sa conformité aux seuils admis pour la fertilité des sols ou la protection de la santé humaine et de l'environnement.

Les résultats ont été présentés sous forme de valeurs moyennes par point de prélèvement, puis comparés aux limites admissibles établies dans la littérature scientifique ou dans les directives environnementales. Cette approche permet d'identifier les cas de carence, d'accumulation excessive ou de pollution potentielle.

Aucune analyse statistique complexe n'a été effectuée dans le cadre de cette étude. L'interprétation repose sur une comparaison directe entre les résultats mesurés et les standards de référence disponibles.

5.1.4 Analyse des données

La République de Guinée ne disposant pas actuellement de normes nationales spécifiques en matière de qualité des sols, les résultats des analyses ont été interprétés en s'appuyant sur des normes internationalement reconnues, notamment celles de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), de l'Union européenne (UE), ainsi que des référentiels français (AFNOR).

Les données issues des analyses de laboratoire ont été organisées dans des tableaux et comparées directement à ces valeurs de référence pour évaluer la qualité physique et chimique des sols échantillonnés. Chaque paramètre — incluant le pH, la matière organique, les nutriments (azote, phosphore, potassium), les cations échangeables, les oligo-éléments (fer, zinc, cuivre, manganèse)

et les métaux lourds (cadmium, plomb, chrome, mercure, nickel, arsenic) a été examiné en fonction de sa conformité aux seuils admis pour la fertilité des sols ou la protection de la santé humaine et de l'environnement.

Les résultats ont été présentés sous forme de valeurs moyennes par point de prélèvement et comparés aux limites admissibles établies dans la littérature scientifique ou les directives environnementales. Cette approche permet d'identifier les cas de carence, d'accumulation excessive ou de pollution potentielle.

Aucune analyse statistique complexe n'a été réalisée dans cette étude. L'interprétation repose sur une comparaison directe entre les résultats mesurés et les standards de référence disponibles.

5.2 RESULTATS

Les résultats d'analyses des échantillons de sol prélevés sont présentés dans le tableau VI ci-dessous. Ils regroupent les valeurs mesurées pour les principaux paramètres physico-chimiques, les éléments nutritifs, ainsi que les métaux lourds. Ces données permettent une évaluation de la qualité des sols, en les comparant aux normes de référence internationales en vigueur, en l'absence de normes spécifiques applicables à la République de Guinée.

Tableau VI: Résultats d'analyses des échantillons de sol

LAB #		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
LABELS		BAD - 01	BATS - 3	DJKS - 01	DJKS - 02	SEKU 1	SEKU 2	SEKU 3	SEKU 4	BATS - 1	BATS - 2	MAD - 1	MAD - 2	MAD - 3	FRS 01	FRS 02	FRS 03	SENG 1	SENG 2	SENG 3	
Soil Chemistry																					
pH		5,90	7,68	6,01	5,99	6,27	6,21	7,33	6,51	7,20	7,08	7,74	7,69	7,77	6,34	5,74	5,68	5,84	4,64	5	
E,C	mS/dm	0,332	0,522	0,414	0,446	0,327	0,339	0,411	0,287	0,453	0,37	0,452	0,34	0,367	0,315	0,351	0,332	4,64	2,19	4,56	
Azote total	%	0,19	0,02	0,23	0,26	0,07	0,26	0,04	0,02	0,19	0,02	0,01	0,01	0,02	0,11	0,07	0,09	0,32	0,29	0,48	
Azote assimilable	%	0,000291	0,000031	0,000387	0,000410	0,000156	0,000460	0,000062	0,000037	0,000315	0,000036	0,000017	0,000019	0,000036	0,000172	0,000120	0,000146	0,000487	0,000465	0,000724	
Carbone organique	%	1,88	0,08	2,35	2,87	0,72	2,87	0,32	0,24	2,11	0,12	0,12	0,04	0,16	1,04	0,68	0,88	3,51	3,19	5,83	
Matière organique	%	3,23	0,14	4,06	4,95	1,24	4,95	0,55	0,41	3,65	0,21	0,21	0,07	0,28	1,79	1,17	1,51	6,05	5,50	10,04	
P	ppm	3,33	2,86	1,01	0,93	2,48	1,78	2,48	1,70	2,40	1,24	3,10	1,39	0,89	1,63	1,47	1,39	5,81	3,72	2,48	
Exchangeable Cations																					
Ca	cmol/kg	3,62	6,60	2,98	2,13	6,39	4,08	2,98	1,28	12,78	2,34	4,26	3,83	3,20	1,92	1,60	1,49	5,75	1,49	6,39	
Mg	cmol/kg	1,70	1,07	2,34	1,92	2,98	0,48	0,21	0,64	2,34	1,07	1,07	0,85	0,43	1,07	0,43	0,53	15,98	3,41	14,27	
K	cmol/kg	0,18	0,28	0,15	0,11	0,27	0,11	0,16	0,08	0,42	0,13	0,22	0,17	0,19	0,11	0,08	0,10	0,27	0,10	0,42	
Na	cmol/kg	0,09	0,11	0,05	0,04	0,09	0,08	0,06	0,02	0,13	0,05	0,09	0,05	0,04	0,06	0,03	0,02	0,07	0,02	0,10	
Bases échangeables totales	cmol/kg	5,60	8,06	5,53	4,20	9,73	4,75	3,42	2,02	15,67	3,59	5,64	4,90	3,86	3,15	2,14	2,14	22,07	5,02	21,18	
Acidité échangeable (H + Al)		0,30	0,10	0,15	0,25	0,16	0,17	0,10	0,15	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08	0,16	0,30	0,30	0,30	0,65	0,35	
Capacité d'échange cationique effective (CEC)		5,90	8,16	5,68	4,45	9,89	4,92	3,52	2,17	15,77	3,69	5,72	4,98	3,94	3,31	2,44	2,44	22,37	5,67	21,53	
Soil Fertility and contamination Indicators																					
Saturation en bases	%	94,91	98,77	97,36	94,38	98,38	96,54	97,16	93,08	99,37	97,29	98,60	98,39	97,97	95,17	87,68	87,72	98,66	88,53	98,37	
Sable	%	80,8	88,8	86,8	48,8	68,8	30,8	86,8	80,6	62,2	91,2	88,2	91,2	86,8	18,8	16,8	8,8	32,8	78,8	50,2	
Limon	%	12,4	5,4	3,8	32,4	15,8	48,4	5,8	8	26,4	2,4	5,4	2,4	6,8	63,2	62,4	72,4	34,4	11,8	42,4	
Argile	%	6,8	5,8	9,4	18,8	15,4	20,8	7,4	11,4	11,4	6,4	6,4	6,4	6,4	18	20,8	18,8	32,8	9,4	7,4	
TEXTURE		Loamy Sand	Loamy Sand	Loamy Sand	loam	Sandy loam	Loam	Loamy Sand	Loamy Sand	Sandy loam	sand	Loamy Sand	Sand	Loamy Sand	Silty Loam	Silty Loam	Silty Loam	Clay loam	Loamy Sand	Sandy loam	
NH4-N	mg/kg	40,49	28,27	17,97	17,97	34,02	54,73	23,96	46,24	37,01	22,99	23,00	28,27	20,12	35,46	20,12	36,65	35,22	34,02	18,93	
NO3-N	mg/kg	6,8	8	10	8	4,9	8,2	5,3	5,4	4,2	7,7	4,1	5,2	4,5	4	5,2	4,2		4,3	4,5	
SO4-S	mg/kg	1,88	2,32	0,77	0,99	1,33	1,22	0,88	0,88	2,10	0,55	0,44	0,77	0,66	0,55	0,99	0,99	17,69	1,11	33,16	
CaCO3	%	9,50	8,50	11,20	11,50	10,00	11,10	12,30	8,90	8,70	9,90	9,50	8,70	9,50	17,20	10,70	10,70		10,30	11,10	
Cl	mg/kg	37,60	37,60	37,60	37,60	7,61	37,60	1,25	27,61	17,61	17,61	27,61	7,61	37,60	17,61	77,59	187,56		127,58	297,52	
Total P	%	0,029	0,029	0,018	0,025	0,008	0,028	0,034	0,011	0,070	0,043	0,059	0,062	0,054	0,071	0,063	0,068	0,079	0,059	0,078	
Micronutrients and Heavy Metals																					
Ni	mg/kg	0,074	0,078	0,085	0,035	0,042	0,052	0,068	0,055	0,069	0,050	0,069	0,049	0,070	0,081	0,055	0,054		0,038	0,055	
As	mg/kg	0,011	0,012	0,009	0,010	0,015	0,009	0,008	0,013	0,033	0,045	0,019	0,026	0,028	0,004	0,007	0,002		0,007	0,010	
Cd	mg/kg	0,033	0,037	0,036	0,033	0,035	0,025	0,028	0,028	0,028	0,030	0,027	0,026	0,028	0,036	0,004	0,001		0,007	0,006	
Cr	mg/kg	0,0008	0,0008	0,0008	0,0006	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007	0,0006	0,0007	0,0007		0,0007	0,0007	
Pb	mg/kg	0,168	0,219	0,141	0,234	0,250	0,263	0,155	0,066	0,080	0,102	0,089	0,139	0,095	0,149	0,152	0,141		0,153	0,171	
Fe	mg/kg	2,590	3,840	4,060	6,765	7,095	9,205	5,210	3,970	12,990	7,025	10,055	8,400	8,945	9,825	3,790	4,560		10,035	20,145	
Zn	mg/kg	0,051	0,064	0,040	0,033	0,046	0,065	0,046	0,034	0,066	0,038	0,027	0,030	0,045	0,030	0,028	0,039		0,219	0,083	
Mn	mg/kg	0,805	0,865	0,945	0,675	1,835	3,060	0,395	0,315	3,220	0,940	1,575	0,620	2,805	0,940	0,660	0,890	0,000	0,210	1,025	
Cu	mg/kg	0,070	0,035	0,045	0,055	0,050	0,070	0,040	0,025	0,070	0,005	0,010	0,020	0,010	0,015	0,005	0,025		0,010	0,020	
Hg	mg/kg	0,356	0,284	0,356	0,265	0,325	0,247	0,277	0,233	0,378	0,288	0,256	0,311	0,223	0,223	0,311	0,247	0,212	0,295	0,322	

5.3 INTERPRÉTATION

5.3.1 Badoula dans la sous-préfecture de Damaro

Le sol échantillonné à Badoula (BADS-1) présente un pH modérément acide de 5,90, ce qui peut limiter légèrement la disponibilité de certains nutriments, mais reste généralement gérable pour la plupart des cultures. La matière organique (MO) est modérément élevée à 3,23 %, et la teneur en azote total (0,19 %) indique une fertilité moyenne. L'azote disponible (AV N) mesuré à 0,000291 % soutient cette appréciation.

Le phosphore assimilable, à 3,33 ppm, est relativement élevé, ce qui est favorable au développement racinaire. La saturation en bases à 94,91 % et la capacité d'échange cationique effective (ECEC) de 5,90 meq/100 g sont toutes deux bonnes, traduisant une fertilité chimique équilibrée.

La texture du sol, de type sable limoneux, permet un bon drainage, mais peut nécessiter une fertilisation plus fréquente en raison de sa capacité limitée à retenir les nutriments.

Du point de vue de la contamination, les niveaux de chlorure (Cl^-) sont de 37,60 mg/kg, tandis que les teneurs en métaux lourds, notamment le plomb ($\text{Pb} = 0,168$ mg/kg) et le cadmium ($\text{Cd} = 0,033$ mg/kg), restent dans les limites tolérables, indiquant un faible risque environnemental ou sanitaire. Les observations de terrain ont révélé que la boue, le limon et la poussière issus des activités minières en amont sur les pentes montagneuses sont entraînés par les pluies vers les champs cultivés, ce qui pourrait diluer progressivement le sol natif et réduire les concentrations en nutriments et en matière organique au fil du temps. Ainsi, malgré une bonne saturation en bases et une texture adéquate, l'intrusion de matières non natives pourrait compromettre la performance des cultures à moyen terme sans mesures d'atténuation.

5.3.2 Bantamayah dans la sous-préfecture de Ouré Kaba

Les deux échantillons de sol prélevés à Bantamayah présentent des valeurs de pH neutres à légèrement alcalines, comprises entre 7,1 et 7,2, mais affichent des niveaux de fertilité contrastés. L'échantillon BATS-1 présente une teneur élevée en matière organique (3,65 %) et des niveaux d'azote total modérés (0,19 %), indiquant une fertilité relativement forte. En revanche, BATS-2 est très pauvre en matière organique (0,21 %) et en azote total (0,02 %), ce qui reflète une fertilité nettement plus faible.

Les niveaux de phosphore assimilable sont également plus élevés dans BATS-1 (2,4 ppm), soutenant davantage sa meilleure capacité de production.

La texture des deux échantillons varie de sable limoneux à sable, avec BATS-2 présentant une structure plus grossière, moins capable de retenir l'eau et les nutriments. Bien que la saturation en bases soit élevée dans les deux cas (environ 97 %), la teneur en cations échangeables est significativement plus élevée dans BATS-1, ce qui améliore sa fertilité chimique.

Les indicateurs de contamination demeurent dans les limites acceptables, bien que les teneurs en zinc (Zn) et en cuivre (Cu) dans BATS-1 soient relativement élevées, mais sans risque immédiat pour les cultures.

Les observations de terrain suggèrent que le ruissellement de matériaux fins issus des activités de construction, en particulier sur le site BATS-2, pourrait expliquer les niveaux extrêmement faibles de matière organique et de nutriments. Cette dilution du sol fertile par des sédiments stériles pourrait constituer un facteur limitant majeur de la fertilité dans cette zone.

5.3.3 Madina dans la sous-préfecture de Ouré Kaba

Les sols prélevés à Madina présentent des valeurs de pH neutres à légèrement alcalines, comprises entre 7,69 et 7,77. Ils sont caractérisés par des niveaux très faibles d'azote total ($\leq 0,02$ %) et de matière organique ($\leq 0,28$ %), ce qui indique une faible fertilité globale.

Les teneurs en phosphore assimilable sont également relativement basses, variant de 0,89 à 3,10 ppm. La saturation en bases, supérieure à 97 %, reflète une faible acidité du sol, tandis que la texture sableuse limoneuse contribue à une capacité réduite de rétention des nutriments.

Ces sols bénéficieraient fortement de l'apport d'amendements organiques et de fertilisants adaptés pour améliorer leur potentiel de productivité. Aucun problème majeur de contamination n'a été identifié, bien que l'échantillon MAD-3 présente un niveau modérément élevé de manganèse (2,805 mg/kg), qui mérite d'être surveillé, même s'il reste en dessous des seuils de risque toxicologique.

Les observations de terrain suggèrent que l'eau chargée de limon, issue des activités de construction, s'infiltre dans les champs et contribue à la dégradation de la qualité du sol. Il est probable que la couche arable soit enfouie sous des sédiments stériles, ayant une faible capacité à

retenir les nutriments, ce qui pourrait compromettre la productivité à long terme sans interventions de restauration adéquates.

5.3.4 Senguélen dans la sous-préfecture de Maférinyah

Les sols de Senguélen présentent des niveaux de fertilité très élevés, caractérisés par des teneurs importantes en azote total (de 0,29 % à 0,48 %) et en matière organique (de 5,50 % à 10,04 %), ainsi que par des concentrations élevées en cations échangeables tels que le calcium, le magnésium et le potassium. Les valeurs extrêmement élevées de capacité d'échange cationique effective (CECE), allant de 5,67 à 22,37 meq/100 g, traduisent une forte capacité de rétention des nutriments.

Cependant, les valeurs de pH varient de très acides (jusqu'à 4,64 dans l'échantillon SENG 2) à modérément acides (5,84), ce qui peut limiter la disponibilité de certains micronutriments et nécessiter l'application de chaux agricole pour corriger l'acidité.

Des risques de contamination sont également identifiés : l'échantillon SENG 3 montre des niveaux extrêmement élevés de chlorure (297,52 mg/kg) et de sulfate (33,16 mg/kg), suggérant un risque potentiel de salinité. De plus, les concentrations de zinc (de 0,083 à 0,219 mg/kg) et de manganèse (1,025 mg/kg dans SENG 3) sont élevées, avec un risque possible de toxicité pour certaines cultures sensibles.

Les observations de terrain confirment la présence de déversements directs d'eaux usées dans les champs cultivés, en provenance du camp de construction voisin. Une longue canalisation métallique a été observée, reliant le camp directement aux parcelles agricoles, permettant l'évacuation continue d'eaux usées, vraisemblablement contaminées par des hydrocarbures et des rejets domestiques. Cette pratique explique probablement les niveaux élevés de chlorure, de sulfate, de zinc et de manganèse détectés dans les échantillons.

Ces résultats suggèrent une surcharge en nutriments, un stress salin potentiel, ainsi que les signes précoces de contamination, en particulier dans l'échantillon SENG 3. Il est donc recommandé de mettre en œuvre des interventions appropriées en matière de drainage, de gestion des eaux usées, et de traitement du sol pour atténuer ces risques et préserver la productivité agricole durable du site.

5.3.5 Sékoussoriyah dans la sous- préfecture de Madina-Oula

Les échantillons de sol prélevés à Sékoussoriyah présentent des valeurs de pH légèrement à modérément acides, comprises entre 5,99 et 6,01. Ils sont caractérisés par des niveaux très élevés de matière organique (supérieurs à 4 %) et d'azote total ($\geq 0,23$ %), indiquant une fertilité importante.

Cependant, les teneurs en phosphore assimilable sont relativement faibles, variant de 0,93 à 1,01 ppm, ce qui suggère la nécessité d'une supplémentation phosphatée pour soutenir une production végétale optimale.

La texture des sols varie du sable limoneux au limon, avec un échantillon présentant une teneur en argile élevée (18,8 %), favorable à la rétention des nutriments et à la stabilité structurale du sol.

La saturation en bases est élevée (≥ 94 %), et la capacité d'échange cationique effective (CECE) est satisfaisante, comprise entre 4,45 et 5,68 meq/100 g, ce qui témoigne d'un bon potentiel de fertilité chimique.

Les indicateurs de contamination demeurent dans les normes acceptables, sans indice de pollution préoccupante liée aux métaux lourds.

Les observations de terrain indiquent toutefois que le ruissellement de limon et de poussière lié aux activités de construction à proximité pourrait entraîner une dilution de la couche arable et perturber les cycles microbiens et nutritifs indigènes, ce qui pourrait expliquer une éventuelle baisse locale de la matière organique dans certains profils de sol.

5.3.6 Diarakendou dans la sous-préfecture de Damaro

Les deux échantillons de sol prélevés à Diarakendou présentent des valeurs de pH légèrement à modérément acides, comprises entre 5,99 et 6,01. Ils se distinguent par des niveaux très élevés de matière organique (supérieurs à 4 %) et d'azote total ($\geq 0,23$ %), ce qui indique une forte fertilité du sol.

Cependant, les teneurs en phosphore assimilable restent relativement faibles, entre 0,93 et 1,01 ppm, suggérant la nécessité d'une supplémentation phosphatée pour optimiser la productivité agricole.

La texture des sols varie du sable limoneux au limon, avec une teneur en argile plus élevée dans l'échantillon DJKS-02 (18,8 %), ce qui contribue à une meilleure rétention des nutriments. La saturation en bases est élevée (≥ 94 %), et les valeurs de capacité d'échange cationique effective

(CECE) sont solides, comprises entre 4,45 et 5,68 meq/100 g, ce qui traduit un bon potentiel de fertilité chimique.

Les indicateurs de contamination sont dans les limites acceptables, sans signe préoccupant de pollution aux métaux lourds.

Les observations de terrain suggèrent toutefois que le ruissellement de limon et de poussière en provenance des chantiers de construction voisins pourrait diluer la couche arable et perturber les cycles microbiens et nutritifs naturels, ce qui pourrait expliquer une baisse locale de la matière organique dans certains sous-secteurs.

5.3.7 Feressedou dans la sous-préfecture de Damaro

Les échantillons de sol prélevés à Feressedou présentent des conditions modérément acides, avec des valeurs de pH comprises entre 5,68 et 6,34. Les niveaux de matière organique et d'azote total sont modestes, variant respectivement de 1,17 % à 1,79 % et de 0,07 % à 0,11 %.

Les teneurs en phosphore assimilable sont relativement faibles, oscillant entre 1,39 et 1,63 ppm. La saturation en bases est modérée, avec des valeurs allant de 87 % à 95 %, tandis que la capacité d'échange cationique effective (CECE) reste faible, entre 2,44 et 3,31 meq/100 g.

La texture du sol est celle d'un limon silteux, caractérisé par une teneur élevée en limon (62 à 72 %). Cette texture favorise la rétention d'eau mais peut limiter l'aération, ce qui affecte la croissance racinaire.

Il est à noter que les niveaux de chlorure varient selon les échantillons, avec FRS 03 affichant une concentration significativement élevée (187,56 mg/kg), ce qui pourrait indiquer un stress salin potentiel.

Les observations de terrain révèlent que le ruissellement de sédiments induit par les pluies, provenant des zones minières voisines, aurait entraîné un dépôt important de limon et de poussière dans les champs cultivés. Cela pourrait expliquer les niveaux modérés de nutriments mesurés, malgré une texture de sol relativement favorable à la culture.

CONCLUSION

En conclusion, les échantillons d'eau et de sol analysés à partir des différentes localités présentent des caractéristiques distinctes qui influencent leur qualité et leurs utilisations potentielles. Les échantillons d'eau révèlent des niveaux variables de contamination : certaines localités présentent une forte contamination bactérienne, tandis que d'autres montrent une pollution chimique.

De même, les échantillons de sol affichent une diversité de niveaux de fertilité : certaines zones se distinguent par une teneur élevée en matière organique et en nutriments, tandis que d'autres présentent des signes de dégradation.

L'impact des activités humaines, telles que l'exploitation minière et les travaux de construction, est manifeste dans les échantillons d'eau et de sol, ce qui souligne l'importance de mettre en œuvre des pratiques de gestion et de conservation appropriées pour garantir la durabilité à long terme de ces ressources.

Dans l'ensemble, ces résultats indiquent qu'il est nécessaire de tenir compte des risques et des limites associés à l'utilisation de l'eau et du sol, et que des interventions ciblées pourraient être requises pour améliorer leur qualité et leur productivité.

ANNEXE: PHOTO DE SITES



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Badoula



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Badoula



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Bantamayah



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Bantamayah



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Diarakendou



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Feressedou



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Feressedou



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Bantamayah



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Madina



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Madina



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Sékoussoriyah



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Sékoussoriyah



Point de prélèvement d'échantillon d'eau à Senguélen



Point de prélèvement d'échantillon de sol à Senguélen