



RAPPORT FINAL- LIVRABLE R3

Etude sur l'orpaillage et son impact dans la Falémé
(bassin du fleuve Sénégal)

Novembre 2023

R2416

TABLE DES MATIERES

Liste des figures	9
Liste des tableaux	15
Liste des abréviations, sigles et acronymes	20
Définition des termes	22
RESUME EXECUTIF	25
EXECUTIVE SUMMARY	33
INTRODUCTION.....	39
CHAPITRE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ACTIVITE D'ORPAILLAGE DANS LA ZONE DE L'ETUDE.....	41
1 ETAT DES LIEUX DE L'ACTIVITE D'ORPAILLAGE DANS LA ZONE DE L'ETUDE – REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	42
1.1 Etat des lieux dans la zone d'étude, le bassin de la Falémé	42
1.2 Station de Kidira (Sénégal)	43
1.3 Kolya (Sénégal)	45
1.4 Mercure et méthylmercure (Gambie)	49
1.5 Mercure de la mine de Loulo à Goukoto (Mali).....	50
1.6 Production artisanale d'or à Kédougou et Tambacounda (Sénégal)	52
1.7 L'extraction artisanale d'or à petite échelle (Sénégal).....	54
1.8 Quantités d'or et de mercure dans les sites d'orpaillage (Sénégal)	57
1.9 Qualité des eaux aux 3 stations Kidira, Goubassy, Fadougou (Sénégal)	59
1.10 Les rejets de la mine de Loulo dans la Falémé (Mali)	61
1.11 Les teneurs Cu, Mn, Fe, sulfates et TDS dans les sites d'orpaillage (Mali).....	62

1.12	Variabilité des débits dans le réseau hydrographique de la Falémé	63
1.13	Etude hydrologique de la Falémé à Kidira, Goubassi et Fadougou (Sénégal)	65
1.14	Liste des sites d'orpillage sur la Falémé au Mali et au Sénégal .	68
2	VISITES DES SITES D'ORPAILLAGE ET DES VILLAGES RIVERAINS	69
2.1	Personnel de la mission	69
2.2	Visites de sites d'orpillage et villages riverains	69
2.2.1	ONG la Lumière (Tamba)	70
2.2.2	Site d'orpillage de Moussala	72
2.2.3	Poste de santé de Moussala	74
2.2.4	Rencontre avec le Tomboloma de Moussala	76
2.2.5	Site d'orpillage de Sansamba	77
2.2.6	Site d'orpillage de Guemedie.....	82
2.2.7	Site d'orpillage de Fadougou	84
2.2.8	Village de Bofeto	88
2.2.9	Village de Garabourea	88
2.2.10	Village de Satadougou	90
2.2.11	Service d'hygiène de Saraya	92
2.2.12	Centre de santé du district de Saraya.....	93
2.2.13	Site d'orpillage de Kolia.....	93
2.2.14	Site d'orpillage de Bogodi	98
2.2.15	Ville de Kidira	101
2.2.16	Village de Toumboura	104
2.2.17	Village / Campement Dounde Mamadou Sankou.....	106
2.2.18	Village de Ballou	107
2.2.19	Centre de santé du district de Kidira	109
3	ETAT DES LIEUX SOCIO-ECONOMIQUES ET TECHNIQUES DE L'ORPAILLAGE	110
3.1	Détermination de l'état des lieux socio-économique de l'orpillage dans la zone de l'étude	110
3.2	Géologie et localisation des sites d'exploitation artisanale	111
3.3	Présentation des différents sites d'orpillages visités	112
3.3.1	Le site de Fadougou (commune de Madina Bafé)	112
3.3.2	Les sites de Garébouréa, Kolya et Sansamba (commune de Bembou)	113
3.3.3	Le site de Bokhodi, dans la commune de Missira Sirirmana.....	115
3.4	Une exploitation minière à la fois industrielle et artisanale	116
3.4.1	Une exploitation industrielle limitée	118
3.5	Origines et compositions des orpilleurs	120
3.6	Organisation du sous-secteur de l'orpillage	121
3.6.1	Des mutations dans l'organisation du travail sur le site.....	121

3.6.2	Le rôle et le travail des femmes sur les sites miniers	123
3.6.3	La présence des enfants sur les sites	124
3.6.4	En amont des localités affectées par l'orpaillage : la diversification des sources de revenus	125
3.6.5	En aval des localités affectées par l'orpaillage : le revers de l'orpaillage	125
3.7	Organisation du commerce de l'or	127
3.7.1	Prix de production de l'or	127
3.7.2	Prix de vente de l'or	128
3.7.3	Traçabilité des circuits de l'or	129
3.7.4	Particularité du commerce de l'or dans le bassin de la Falémé	129
3.7.5	Analyse et modélisation économique de l'activité d'orpaillage sur le plan formel.....	130
3.7.6	Analyse et modélisation économique de l'activité d'orpaillage sur le plan informel.....	130
3.8	Les techniques utilisées dans les processus extractifs.....	131
3.8.1	Les types d'exploitation artisanale.....	131
3.8.2	Les principales étapes de l'exploitation artisanale	136
3.8.3	L'orpaillage, une activité devenue hautement mécanisée.....	138
4	ETAT DES LIEUX DE L'ENVIRONNEMENT ET PROBLEMATIQUES D'HYGIENE, DE SANTE ET DE SECURITE.....	140
4.1	Evaluation des impacts environnementaux de l'orpaillage	141
4.1.1	Impact sur les paysages	142
4.1.2	Impact sur la faune	143
4.1.3	Impact sur les ressources en eau	143
4.1.4	Impact sur les sols et les formations végétales	145
4.1.5	Impact sur l'air et le changement climatique.....	149
4.1.6	Impact des déchets miniers	149
4.2	La vie menacée d'extinction au bord de la Falémé : la pollution liée à l'orpaillage	150
4.2.1	Impact de l'utilisation du mercure sur le vivant	151
4.2.2	L'alerte de l'OMVS sans suite politique	153
4.2.3	Evaluation des mesures de limitation et compensatoires.....	153
4.3	Définition des problématiques d'hygiène, de santé et de sécurité dans les sites d'orpaillage	155
4.3.1	Définition des problèmes dans les sites d'orpaillage.....	155
4.3.2	Evaluation des problèmes liés à la santé dans les sites d'orpaillage	157
4.3.3	Evaluation des conséquences de ces pratiques sur la santé des mineurs et des populations locales.....	158
4.4	Examen des impacts sanitaires du mercure.....	158
4.4.1	Intoxication aiguë au mercure.....	159
4.4.2	Intoxication chronique aux vapeurs de mercure	160
4.4.3	Intoxication chronique au méthylmercure	160

4.5	Examen des impacts sanitaires des autres métaux lourds.....	160
4.5.1	Intoxication au plomb	161
4.6	Examen des impacts sanitaires du cyanure	162
4.6.1	Effets sur la santé de la toxicité du cyanure	162
4.7	Examen des impacts sanitaires de l'eau	166
4.8	Examen des impacts sanitaires des poussières	167
5	ETAT DES LIEUX DU CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL LIE A LA GESTION DE L'ORPAILLAGE DANS LES PAYS CONCERNES	169
5.1	Analyse des instruments internationaux, régionaux et nationaux liés à la gestion de l'exploitation minière à l'échelle artisanale d'or.....	169
5.1.1	Conventions à portée universelle	169
5.1.2	Textes à portée régionale	177
5.1.3	Textes communautaires.....	181
5.2	Analyses en lien avec les politiques de formalisation et d'encadrement de l'orpaillage	194
5.2.1	Par rapport aux politiques et textes internationaux	194
5.2.2	Par rapport aux politiques régionales, sous-régionales et communautaires.....	197
5.2.3	Similitude des cadres politiques et stratégiques au Mali et au Sénégal vis-à-vis des EMAPE.....	211
5.3	Analyse des mécanismes de transposition du cadre législatif et réglementaire dans les réalités de la gestion de l'orpaillage	213
5.3.1	Description du contenu des différents textes juridiques	213
5.3.2	Analyse des réglementations en vigueur encadrant les activités d'orpaillage	231
5.4	Analyses du cadre institutionnel du Sénégal, du Mali et affectant ces deux pays.....	232
5.4.1	L'analyse des missions, des fonctions et des responsabilités des différentes institutions	232
5.4.2	Évaluation des manquements, chevauchements et contraintes entravant une bonne gestion de cette activité	238
6	BIBLIOGRAPHIE	240
6.1	Bibliographie scientifique.....	240
6.2	Bibliographie des textes juridiques	247
6.2.1	Mali.....	247
	CHAPITRE 2 : EVALUATION DE L'IMPACT DES ACTIVITES D'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE DES EAUX DE LA FALEME ET SUR SON REGIME D'ECOULEMENT. CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION CHIMIQUE	249
1	METHODOLOGIE POUR LA CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION CHIMIQUE	250

1.1	Méthodologie d'échantillonnage	250
1.2	Choix du laboratoire certifié	253
1.3	Méthodologie pour la mise en flacon des échantillons	254
1.4	Méthodes d'analyses in situ	255
1.5	Equipements et appareils utilisés	256
1.6	Méthode de stockage et de transport	256
1.7	Méthodes d'analyses en laboratoire	257
2	PLAN D'ECHANTILLONNAGE AU SENEGAL	261
2.1	Planning détaillé de la mission d'échantillonnage	261
2.2	Localisation des points de prélèvement	263
2.3	Présentation des données de terrain	268
2.3.1	Présentation des analyses chimiques	269
2.3.2	Présentation des mesures hydrocarbures (HCT C10-C40) au Sénégal	276
2.3.3	Présentation des mesures physico-chimiques.	278
2.4	Présentation des analyses chimiques géolocalisées issues de la bibliographie	283
2.5	Cartographie des principaux paramètres caractérisant la pollution dans la Falémé.	285
2.5.1	Cartographie globale à l'échelle du bassin versant.	285
2.5.2	Localisation des zones où le niveau de pollution / contamination est le plus élevé	323
2.5.3	Evaluation de l'impact géographique de la pollution avec les principaux polluants présents	323
3	ANALYSE DE L'IMPACT DE L'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE DES EAUX ET LE REGIME D'ECOULEMENT DE LA FALEME AU SENEGAL	326
3.1	Interprétation des résultats des analyses de la mission au Sénégal	326
3.1.1	Interprétation des résultats des analyses des eaux	327
3.1.2	Interprétation des résultats des analyses des sédiments	329
3.1.3	Interprétation des résultats des mesures physico-chimiques	330
3.1.4	Interprétation des résultats par rapport à la saison	332
3.2	Analyse qualitative des impacts environnementaux de l'orpillage	333
3.2.1	Examen de l'impact des activités minières sur l'écoulement de la Falémé	333
3.2.2	Examen de l'impact de Hg, CN et des métaux lourds	336
3.2.3	Recommandations de mesures de mitigation (atténuation)	343
4	PLAN D'ECHANTILLONNAGE AU MALI	345
4.1	Planning détaillé de la mission d'échantillonnage	345
4.2	Localisation des points de prélèvement	346
4.3	Présentation des données de terrain (mission : mars 2023)	349

4.3.1	Présentation des analyses chimiques.....	350
4.3.2	Présentation des mesures hydrocarbures (HCT C10-C40) au Mali ..	359
4.3.3	Présentation des mesures physico-chimiques.....	362
4.4	Présentation d'analyses chimiques géolocalisées issues des archives du LNE du Mali.....	365
4.5	Cartographie des principaux paramètres caractérisant la pollution dans la Falémé sur la rive malienne.....	366
4.5.1	Cartographie globale à l'échelle du bassin versant.....	366
4.5.2	Localisation des zones où le niveau de pollution / contamination est le plus élevé	409
4.5.3	Evaluation de l'impact géographique de la pollution avec les principaux polluants présents.....	409
5	ANALYSE DE L'IMPACT DE L'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE DES EAUX ET LE REGIME D'ECOULEMENT DE LA FALEME AU MALI	414
5.1	Interprétation des résultats des analyses de la mission au Mali.....	414
5.1.1	Interprétation des résultats des analyses des eaux	414
5.1.2	Interprétation des résultats des mesures physico-chimiques.....	418
5.1.3	Interprétation des résultats par rapport à la saison	420
5.2	Analyse qualitative des impacts environnementaux de l'orpaillage	422
5.2.1	Examen de l'impact des activités minières sur l'écoulement de la Falémé en rive malienne.....	422
5.2.2	Examen de l'impact de Hg, CN et des métaux lourds en rive malienne	424
5.2.3	Recommandations de mesures de mitigation (atténuation)	426
6	CONCLUSION : NOUVELLES DONNEES SUR LA POLLUTION DE LA FALEME ET MESURES DE SURVEILLANCE APPROPRIEES	428
7	BIBLIOGRAPHIE	431
	CHAPITRE 3 : CONCEPTION D'UN SYSTEME DE SUIVI DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAUX DE LA FALEME ET PLAN D'ACTION POUR SA MISE EN ŒUVRE.....	437
1	DEFINITION DES MODALITES POUR LE DEPLOIEMENT D'UN SYSTEME DE SUIVI DE LA POLLUTION DE L'ORPAILLAGE	438
1.1	Modalités pour le déploiement d'un système de suivi de la pollution de l'orpaillage.....	438
1.1.1	Conception d'un réseau d'observation des impacts de l'orpaillage sur les eaux, les outils.....	438
1.1.2	Définition d'un réseau de suivi.....	453
1.1.3	Modalités de déploiement du suivi.....	453

1.1.4 Volet formation.....	461
1.2 Proposition d'un cadre de suivi institutionnel	462
1.2.1 Les institutions concernées par le système de suivi.....	462
1.2.2 Les principaux acteurs pour mettre en œuvre le système de suivi ...	463
1.2.3 Proposition d'un cadre institutionnel pour le système de suivi	465
2 ELABORATION D'UN PLAN D'ACTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME DE SUIVI.....	470
2.1 Activités prioritaires et objectifs à atteindre.....	470
2.2 Résultats attendus.....	471
2.3 Indicateurs de suivi de réalisation pour chaque activité.....	471
2.4 Principaux acteurs responsables dans la mise en œuvre des activités	472
2.5 Estimation du budget pour chaque activité	474
2.6 Calendrier préliminaire de mise en œuvre	476
3 BIBLIOGRAPHIE	477
CHAPITRE 4 : PROPOSITION D'UNE LISTE D' ACTIONS PRIORITAIRES ET PLAN D'ACTION POUR LA REALISATION DE DEUX ACTIONS DE HAUTE PRIORITE	481
1 PROPOSITION D'UNE LISTE D' ACTIONS PRIORITAIRES	483
1.1 Action juridique.....	483
1.1.1 Rappeler et renforcer le cadre législatif et réglementaire.....	483
1.1.2 Formaliser l'activité d'orpaillage	484
1.1.3 Créer un "Groupement d'Intérêt pour les orpailleurs de la Falémé" ..	485
1.1.4 Encadrement de la séparation chimique de l'or par la mise en place de Stations Chimiques pour le mercure et le cyanure	486
1.2 Action technique.....	486
1.2.1 Des stations chimiques pour le traitement du minerai.....	486
1.2.2 Les SC en charge du suivi de la pollution de la Falémé.....	487
1.3 Action socio-économique	487
1.3.1 Mise en place d'un programme de formation	487
1.3.2 Mise en place d'un programme de fidélisation des orpailleurs.....	488
1.4 Action santé et risques	489
2 PLAN D'ACTION POUR DEUX ACTIONS DE HAUTE PRIORITE.....	491
2.1 Prise en charge du programme	491
2.2 L'orpaillage, une cause nationale pour le Sénégal et le Mali	491
2.3 Plan d'actions pour deux actions de Haute Priorité.....	492
2.3.1 La création et la mise en place de la SOR	492
2.3.2 La mise en place des « SC » et du « GI des orpailleurs artisanaux responsables », avec son programme de fidélisation.....	492
2.3.3 Le modèle CHAMI applicable aux « SC »	493

2.3.4	Plan d'action issu des recommandations des parties prenantes durant l'atelier de validation.....	505
3	REPONSES AUX OBSERVATIONS ET COMMENTAIRES ISSUS DE L'ATELIER REGIONAL DE VALIDATION.....	512

Liste des figures

Figure 1 :	Carte des sites de la Falémé cités dans la bibliographie étudiée....	43
Figure 2 :	Carte de localisation des stations d'Afrique tropicale dont les données sont compilées dans l'étude de J.L. BOEGLIN et J.L. PROBST, 1996, localisant en particulier la station 11, Kidira	44
Figure 3 :	Carte présentant la localisation des villages concernés par l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018.....	46
Figure 4 :	Diagramme présentant les concentrations totales en mercure dans les quatre sites d'orpaillage artisanal mesurées dans les sols, sédiments et dans l'eau extrait de l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018.....	48
Figure 5 :	Images satellites indiquant la localisation des prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de DIARRA H.B, 2014.....	51
Figure 6 :	Graphique montrant la répartition des unités de production de l'activité de broyage / concassage par commune, selon le rapport de l'ANSD, 2018	53
Figure 7 :	Carte de la répartition des sites EMAPE dans la région de Kédougou	55
Figure 8 :	Carte de la répartition des sites EMAPE dans la région de Tambacounda.....	55
Figure 9 :	Carte de distribution des sites d'EMAPE dans le parc du Niokolo-Koba	58
Figure 10 :	Zoom de la carte de la Figure 9	58
Figure 11 :	Carte du réseau de suivi hydrométrique de la GDPRE	59
Figure 12 :	Zoom de la carte présentée en Figure 11.....	60
Figure 13 :	Carte des stations surveillées pour le rapport d'étude OMVS, CNR Hydreco Guyane, 2019.....	60
Figure 14 :	Carte du bassin versant de la Falémé : réseau hydrographique, régimes climatiques et fluviaux.....	64
Figure 15 :	Carte du réseau hydrographique de la région de Kédougou.....	66
Figure 16 :	Diagrammes présentant les données analysées dans le cadre de l'étude de BA D., 2019 1) diagramme du pH des points d'eau, 2) diagramme du CE des échantillons d'eau, 3) diagramme de la turbidité des points d'eau, 4) diagramme de teneurs en MES des points d'eau	67
Figure 17 :	Carte de localisation des sites enquêtés	112
Figure 18 :	Exemple de couloir délimitant des zones d'exploitation artisanale	115
Figure 19 :	Carte du potentiel minier et des permis d'exploitation dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé	118
Figure 20 :	Carte géologique du Bambouk	119
Figure 21 :	Diagramme de répartition selon l'origine des orpailleurs à Fadougou	120
Figure 22 :	Carte schématisant les flux d'or artisanal provenant de la région de Kédougou	129

Figure 23 :	Organigramme des acteurs de l'exploitation d'une mine artisanale	131
Figure 24 :	Enchaînement chronologique d'images satellites montrant l'impact de la drague industrielle sur le cours de la Falémé (vues Google Earth).....	135
Figure 25 :	Les différentes étapes l'activité de transformation du minerai d'or	137
Figure 26 :	Esquisse morpho-pédologique du bassin versant de la Falémé, source sow a. a. 2007	146
Figure 27 :	Esquisse des paysages végétaux dans le bassin versant de la Falémé.....	148
Figure 28 :	Cycle du mercure (Hg) dans un processus typique d'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or (orpaillage) Source : Rajae et al., 2015).....	152
Figure 29 :	Représentation schématique des impacts du mercure sur le corps humain.....	159
Figure 30 :	Représentation schématique des impacts du cyanure sur le corps humain.....	163
Figure 31 :	Schéma présentant le procédé naturel de dégradation du cyanure dans un bassin remplis de taillings.....	165
Figure 32:	Photos de l'échantillonnage de l'eau de rivière.....	251
Figure 33:	Photo de l'échantillonnage des sédiments.....	252
Figure 34 :	Photos des prélèvements et des mesures réalisées	253
Figure 35 :	Plaquette de présentation du laboratoire C2S Conseil Chimie Service.....	254
Figure 36 :	Présentation des packs d'analyse "eau" et "sédiment".....	255
Figure 37:	Photos de l'échantillonnage et de la mise en glacière.....	257
Figure 38:	Schéma du phénomène de sorption des métaux lourds sur les argiles	260
Figure 39:	Carte des stations d'échantillonnage le long de la Falémé en rive sénégalaise.....	264
Figure 40:	Image satellite montrant la localisation d'un prélèvement et photo de la prise d'échantillons	266
Figure 41 :	Graphique montrant la concentration en mercure dans les différentes stations d'échantillonnages	275
Figure 42 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé à travers l'indice hydrocarbures, au Sénégal (Décembre 2021).....	277
Figure 43 :	Comparaison de la conductivité (microS/cm) des eaux profondes (EP en bleu, forages / puits) avec celle des eaux de surface (ES en jaune, rivière) pour chaque station (Saraya correspond au background).....	282
Figure 44 :	Spatialisation de la pollution au mercure (Hg) dans les eaux de surface de la Falémé	287
Figure 45 :	Spatialisation de la pollution au cyanure (CN) dans les eaux de surface de la Falémé	288
Figure 46 :	Spatialisation de la pollution à l'arsenic (As) dans les eaux de surface de la Falémé	289
Figure 47 :	Spatialisation de la pollution au chrome (Cr) dans les eaux de surface de la Falémé	290

Figure 48 :	Spatialisation de la pollution cadmium dans les eaux de surface de la Falémé.....	291
Figure 49 :	Spatialisation de la pollution au plomb (Pb) dans les eaux de surface de la Falémé.....	292
Figure 50 :	Spatialisation de la pollution au cuivre (Cu) dans les eaux de surface de la Falémé.....	293
Figure 51 :	Spatialisation de la pollution au zinc dans les eaux de surface de la Falémé.....	294
Figure 52 :	Spatialisation de la pollution au cyanure dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	296
Figure 53 :	Spatialisation de la pollution à l'arsenic dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	297
Figure 54 :	Spatialisation de la pollution au cadmium dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	298
Figure 55 :	Spatialisation de la pollution au plomb dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	299
Figure 56 :	Spatialisation de la pollution au cuivre dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	300
Figure 57 :	Spatialisation de la pollution au zinc dans les eaux de profondeur de la Falémé.....	301
Figure 58 :	Spatialisation de la pollution au mercure dans les sédiments de la Falémé.....	303
Figure 59 :	Spatialisation de la pollution au cyanure dans les sédiments de la Falémé.....	304
Figure 60 :	Spatialisation de la pollution à l'arsenic dans les sédiments de la Falémé.....	305
Figure 61 :	Spatialisation de la pollution au chrome dans les sédiments de la Falémé.....	306
Figure 62 :	Spatialisation de la pollution au plomb dans les sédiments de la Falémé.....	307
Figure 63 :	Spatialisation de la pollution au cadmium dans les sédiments de la Falémé.....	308
Figure 64 :	Spatialisation de la pollution au cuivre dans les sédiments de la Falémé.....	309
Figure 65 :	Spatialisation de la pollution au zinc dans les sédiments de la Falémé.....	310
Figure 66 :	Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	311
Figure 67 :	Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	312
Figure 68 :	Spatialisation de la pression atmosphérique dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	313
Figure 69 :	Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	314
Figure 70 :	Spatialisation de la conductivité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	315
Figure 71 :	Spatialisation du pH dans les eaux de surface du bassin de la Falémé.....	316

Figure 72 :	Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé.....	317
Figure 73 :	Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé	318
Figure 74 :	Spatialisation de la pression atmosphérique dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé.....	319
Figure 75 :	Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé.....	320
Figure 76 :	Spatialisation de la conductivité dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé	321
Figure 77 :	Spatialisation du pH dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé.....	322
Figure 78 :	Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé (en mg/l).....	324
Figure 79 :	Coupe Sud-Nord de la concentration totale en métaux lourds dans les sédiments de la Falémé. La concentration totale est exprimée en mg/Kg M.S.	325
Figure 80 :	Concentration des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise	327
Figure 81 :	Concentration des métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise	328
Figure 82 :	Concentration des métaux lourds des sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise	329
Figure 83 :	Pertinence du paramètre "topographie": Report des quantités totales de métaux lourds analysés dans les sédiments sur le profil topographique de la Falémé du Sud au Nord	330
Figure 84 :	Concentration en Manganèse : Eau profonde (bleu), Sédiment (rouge), Eau de surface (gris).....	337
Figure 85 :	Diagramme de corrélation entre les mesures de conductivités des eaux du fleuve et la somme des cations métalliques analysés.....	338
Figure 86 :	Schématisation des deux types de pollution existant dans la Falémé	338
Figure 87 :	Carte des stations d'échantillonnage le long de la Falémé en rive malienne (en rouge) et en rive sénégalaise (en noir, décembre 2021)	347
Figure 88 :	Analyse du mercure (échantillon et doublon) dans les sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).....	357
Figure 89 :	Analyse du mercure (échantillon et doublon) dans les sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord (rive sénégalaise).....	358
Figure 90 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé à travers l'indice hydrocarbures, (HCT) au Mali (Mars 2023)	361
Figure 91 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Mercure (Hg).....	367
Figure 92 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN).....	368
Figure 93 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers l'Arsenic (As).....	369
Figure 94 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Chrome (Cr)	370

Figure 95 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd).....	371
Figure 96 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Plomb (Pb)	372
Figure 97 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Cuivre (Cu).....	373
Figure 98 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn).....	374
Figure 99 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN).....	376
Figure 100 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers l'Arsenic (As).....	377
Figure 101 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd).....	378
Figure 102 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Plomb (Pb)	379
Figure 103 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cuivre (Cu).....	380
Figure 104 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn).....	381
Figure 105 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le manganèse (Mn).....	382
Figure 106 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le cobalt (Co).....	383
Figure 107 :	Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le nickel (Ni)	384
Figure 108 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Mercure (Hg).....	386
Figure 109 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN).....	387
Figure 110 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers l'Arsenic (As).....	388
Figure 111 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Chrome (Cr)	389
Figure 112 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Plomb (Pb).....	390
Figure 113 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd).....	391
Figure 114 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn).....	392
Figure 115 :	Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cuivre (Cu).....	393
Figure 116 :	Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne.....	394
Figure 117 :	Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne	395
Figure 118 :	Spatialisation de la saturation en oxygène (%) dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne	396

Figure 119 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne	397
Figure 120 : Spatialisation du pH dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne	398
Figure 121 : Spatialisation de la turbidité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne	399
Figure 122 : Spatialisation du potentiel Redox dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne	400
Figure 123 : Spatialisation du TDS Total Dissous dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne	401
Figure 124 : Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	402
Figure 125 : Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	403
Figure 126 : Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	404
Figure 127 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	405
Figure 128 : Spatialisation du pH dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	406
Figure 129 : Spatialisation du potentiel Redox dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	407
Figure 130 : Spatialisation du TDS Total Dissous en mg/L dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne	408
Figure 131 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé en rive malienne (en mg/l)	410
Figure 132 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé en rive malienne, classées par catégorie et par concentration (mg/l et micro g/l)	411
Figure 133 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne (en mg/l) ; échelle logarithmique	412
Figure 134 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des sédiments de la Falémé en rive malienne (en mg/l) ; échelle logarithmique	413
Figure 135 : Concentration des métaux lourds des eaux de surface de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord....	415
Figure 136 : Concentration des métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord	416
Figure 137 : Concentration des métaux lourds des sédiments de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord	417
Figure 138 : Histogramme des teneurs en mercure (mg/kg MS) dans les sédiments de la Falémé (rive malienne)	425
Figure 139 : Stations de surveillance de la qualité des eaux de surface dans le bassin de la Falémé, en rive sénégalaise et en rive malienne.....	454
Figure 140 : Plan d'action général comprenant quatre actions prioritaires.....	490
Figure 141 : Situation du site minéralurgique par rapport à la ville de Cham. ..	495

Figure 142: Plan de masse du site de traitement du minerai aurifère des artisans miniers (orpailleurs).....	495
Figure 143: "Moulins chinois".....	496
Figure 144: Exemple de plan de masse d'une unité de traitement.....	497

Liste des tableaux

Tableau 1 : Flux spécifiques de matières en solution et en suspension dans quelques bassins fluviaux d'Afrique tropicale.....	45
Tableau 2 : Comparaison des concentrations en THg et MeHg dans les sols, sédiments et eaux autour des points étudiés dans l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018.....	47
Tableau 3 : Concentration de mercure dans les échantillons de l'étude de NIANE, DEVARAJANB N., POTE J., MORITZ R. 2019b.....	50
Tableau 4 : Liste des points de prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de DIARRA H.B, 2014.....	50
Tableau 5 : Résultat de l'analyse chimique des échantillons d'eau de l'étude de DIARRA H.B, 2014 (mg/L).....	52
Tableau 6 : Résultat de l'analyse chimique (mg.kg ⁻¹) des échantillons de sédiments de l'étude de DIARRA H.B, 2014.....	52
Tableau 7 : Répartition des unités de production artisanale d'or, par commune, au Sénégal, selon le rapport de l'ANSD, 2018.....	53
Tableau 8 : Répartition des unités de production alluvionnaire, par commune, au Sénégal, selon le rapport de l'ANSD, 2018.....	53
Tableau 9 : Liste des sites visités dans la région de Kédougou et Tambacounda pour l'établissement du rapport de l'ONU, 2019.....	56
Tableau 10 : Coordonnées géographiques des stations.....	61
Tableau 11 : Liste des stations hydrologiques de la région de Kayes avec leurs coordonnées géographiques.....	62
Tableau 12 : Débits mensuels moyens et extrêmes (m ³ /s) de la Falémé dans trois stations hydrométriques.....	65
Tableau 13 : Volumes d'eaux écoulées dans la Falémé dans trois stations hydrométriques.....	65
Tableau 14 : Résultats des analyses physico-chimiques des points d'eaux étudiés par BAD, 2019.....	67
Tableau 15 : Liste des villages ayant une activité d'orpaillage issue du rapport de mission de OMVS, 2015.....	68
Tableau 16 : Sociétés et titres miniers dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé (Service Régional des Mines, 2005).....	117
Tableau 17 : Synthèse des charges directes et indirectes de production, source ANSD 2017.....	127
Tableau 18 : Récapitulatif des impacts et des risques liés à la pratique de l'orpaillage sur l'environnement et les ressources en eau.....	141
Tableau 19 : Typologie des sols présents dans le bassin de la Falémé.....	145
Tableau 20 : Typologie de la végétation présente dans le bassin de la Falémé.....	147
Tableau 21 : Mesures d'atténuations et de compensations.....	154

Tableau 22 : Tableau synthétique indiquant les relations entre la tâche et les risques encourus pour les orpailleurs.....	157
Tableau 23 : Seuil limite d'exposition au cyanure selon le milieu	162
Tableau 24 : Risques encourus et précaution à prendre pour l'utilisation du cyanure	165
Tableau 25 : Principaux documents internationaux en rapport avec l'EMAPE ...	187
Tableau 26 : Similitude des cadres politiques et stratégiques au Sénégal et au Mali pour les EMAPE	211
Tableau 27 : Couloirs d'orpaillage dans les régions de Tambacounda et Kédougou	223
Tableau 28 : Liste des méthodes de laboratoire permettant d'analyser les teneurs en mercure et les limites de détection de chacune	258
Tableau 29 : Liste des paramètres utilisés pour la matrice "eau" avec les méthodes du laboratoire C2S.....	259
Tableau 30 : Liste des paramètres utilisés pour la matrice "sédiment" avec les méthodes du laboratoire C2S.....	260
Tableau 31 : Liste des 13 eaux de surface (ES) échantillonnées avec leurs coordonnées géographiques	266
Tableau 32 : Localisation avec les coordonnées des échantillons d'eaux de la rivière (ES).....	267
Tableau 33 : Localisation avec les coordonnées des échantillons de sédiments de la rivière (S)	267
Tableau 34 : Localisation avec les coordonnées des échantillons d'eaux de puits ou forages (eaux de profondeur ou EP)	268
Tableau 35 : Localisation des échantillons d'eaux de fleuve (eaux de surface)..	269
Tableau 36: Localisation des échantillons de sédiments.....	270
Tableau 37 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	271
Tableau 38: Analyse des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	271
Tableau 39: Analyse du mercure et des cyanures totaux dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé	272
Tableau 40: Analyse des anions et cations dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	272
Tableau 41: Analyse des anions et cations dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	272
Tableau 42 : Niveaux-guides d'appréciation de la pollution du sol aux Pays-Bas (d'après Moen et al., 1985).....	274
Tableau 43 : Analyse des métaux lourds dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord. Le mercure et les cyanures totaux sont rappelés dans le tableau inférieur	274
Tableau 44 : Analyse des anions et cations dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	276
Tableau 45 : Paramètres physico-chimiques des eaux de surface dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons.....	278
Tableau 46 : Paramètres physico-chimiques des eaux de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons	279
Tableau 47 : Appréhension de la couleur des eaux de surface et de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons.....	283

Tableau 48 : Analyses chimiques de l'eau dans différents sites autour de la Falémé, d'après Diarra (2014).....	284
Tableau 49 : Impacts de l'orpaillage artisanal et à petite échelle sur les systèmes hydriques (modifié d'après Rajae et al., 2015).....	335
Tableau 50 : Synthèse des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage au Sénégal.....	336
Tableau 51 : Tableau comparatif des concentrations en mercure dans quelques fleuves et mer	339
Tableau 52 : Teneurs en mercure et cyanures totaux des eaux de surface, des eaux de profondeur et des sédiments échantillonnés.....	340
Tableau 53 : Résumé des causes écologiques, du statut et des tendances et des conséquences des impacts de l'orpaillage dans le bassin de la Falémé modifié d'après Rajae et al., 2015.....	342
Tableau 54 : Mesures d'atténuations et de compensations	344
Tableau 55 : Liste des 6 stations échantillonnées au Mali, avec leurs coordonnées géographiques (dd : degrés décimaux, datum : WGS84).....	348
Tableau 56 : Coordonnées des points d'échantillonnage des eaux de surface (ES) et des sédiments (S).....	349
Tableau 57 : Coordonnées des points d'échantillonnage des eaux de profondeur : puits/forages (EP).....	349
Tableau 58 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).....	351
Tableau 59 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).....	352
Tableau 60 : Analyse du mercure et des cyanures totaux dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé	353
Tableau 61 : Analyse des anions et cations dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).....	354
Tableau 62: Analyse des anions et cations dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).....	355
Tableau 63 : Concentrations minima et maxima en métaux lourds dans les sédiments de la Falémé	356
Tableau 64 : Analyse des métaux lourds dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).	357
Tableau 65 : Analyse des anions et cations dans les sédiments de la rive malienne de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord	359
Tableau 66 : Paramètres physico-chimiques des eaux de surface (ES) dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons en rive malienne	362
Tableau 67 : Paramètres physico-chimiques des eaux de profondeur (EP) dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons en rive malienne	363
Tableau 68 : Appréhension de la couleur des eaux de surface et de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons de la rive malienne	364

Tableau 69 : Données du LNE Mali sur quelques paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux du fleuve Sénégal (Falémé) de novembre 2020	365
Tableau 70 : Comparaison des paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de surface pendant les deux missions effectuées en décembre 2021 et mars 2023.....	421
Tableau 71 : Comparaison des paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de puits pendant les deux missions effectuées : décembre 2021 et mars 2023.....	421
Tableau 72 : Synthèse des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage au Mali	423
Tableau 73 : Analyse du mercure et des cyanures dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé (rive malienne)	425
Tableau 74 : Mesures de mitigation	427
Tableau 75 : Paramètres statistiques des métaux lourds des eaux de surface et souterraines dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons	439
Tableau 76 : Indices de pollution des ETM dans des eaux de surface et des eaux souterraines sur les sites d'échantillons	439
Tableau 77 : Paramètres statistiques des métaux lourds des sédiments dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons	441
Tableau 78 : Comparaison des teneurs en métaux des sédiments avec les critères de qualité des sédiments des eaux douces de Mac Donald et al., (2000)	442
Tableau 79 : Impacts de l'orpaillage et de l'extraction d'eau artisanale et à petite échelle sur les systèmes d'eau (Source : Rajae et al., 2015)	445
Tableau 80 : Critères d'évaluation des impacts (d'après la grille de Fecteau)	445
Tableau 81 : Matrice d'évaluation des impacts de l'orpaillage sur les sites de la Falémé.....	447
Tableau 82 : Impacts environnementaux de l'EMAPE et leurs causes et conséquences.....	448
Tableau 83 : Les 9 Stations de surveillance proposées pour la surveillance de la qualité des eaux de surface, dans le bassin de la Falémé, au Sénégal et au Mali.....	455
Tableau 84 : Normes ISO pour le prélèvement, la conservation et le contrôle qualité de l'échantillonnage	456
Tableau 85 : Précautions à prendre pour la prise d'échantillon dans le bassin de la Falémé.....	457
Tableau 86 : Paramètres physico-chimiques en fonction des activités anthropiques	458
Tableau 87 : Principales structures identifiées pour l'analyse de la qualité des eaux au Sénégal et au Mali	459
Tableau 88 : Coûts de déploiement pour 1 station de suivi de la qualité des eaux	460
Tableau 89 : Objectifs à atteindre et actions prioritaires.....	470
Tableau 90 : Résultats attendus des différentes phases du plan d'action.....	471
Tableau 91 : Indicateurs des actions prévues pour atteindre les objectifs définis.....	472

Tableau 92 : Principaux acteurs identifiés dans l'état des lieux et impliqués dans la collecte de données sur la qualité des eaux à des degrés divers au Sénégal et au Mali.....	474
Tableau 93 : Budget estimatif en séquencant les différentes phases du plan d'action	475
Tableau 94 : Calendrier préliminaire de mise en œuvre des différentes phases du plan d'action.....	476
Tableau 95 : Plan d'actions pour la mise en place d'un centre minéralurgique (« SC » type CHAMI) du point de vue de l'État	500
Tableau 96 : Plan d'action issu des recommandations des parties prenantes durant l'atelier de validation.....	506

Liste des abréviations, sigles et acronymes

AES	Adduction d'eau sommaire
ASM	Activités Minières Artisanales et à petite échelle (sigle en anglais)
ASFA	Association Action Solidarité Faléa
BIT	Bureau international du travail
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques
CEDEAO	Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CES	Cadre Environnemental et Socail
CIMM	Conseil International des Mines et Métaux (sigle en anglais : ICMM : International Council on Mining and Metals)
CPN	Consultation prénatale
CPoN	Consultation post-natale
CREDD	Cadre Stratégique pour la Relance Économique et le Développement Durable
CSCom	Centre de santé communautaire
CSRéf	Centre de santé de référence
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CVA	Comité de Veille et d'Alerte
CVA/SM	Comité de Veille et d'Alerte Sénégal Mali
EMAPE	Exploitation Minière Artisanale à Petite Échelle
FIG	Forum intergouvernemental des mines, des minéraux, des métaux et du développement durable
IFC	International Finance Corporation
ISMEA	Instituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare
LNE	Laboratoire National des Eaux
LPSDMG	Lettre de Politique Sectorielle de Développement des Mines et de la Géologie
MII	Moustiquaire imprégnée d'insecticide
MNT	Maladies tropicales négligées
ND	Non disponible
NP	Norme de Performance
NES	Norme Environnementale et Sociale

NU	Nations Unies
OCIF	Observatoire citoyen international du fleuve Falémé
OIT	Organisation Internationale du travail
ONG	Organisation non gouvernementale
OSIWA	Open Society Initiative
OXFAM	Oxford committee for famine relief.
PEV	Programme élargi de vaccination
PF	Planification familiale
PMH	Pompe à motricité humaine
PNPE	Politique Nationale de Protection de l'Environnement
PNDISM	Politique Nationale de Développement du Secteur Minier et Pétrolier
POP	Polluants Organiques Persistants
PPCB	Péripneumonie contagieuse bovine
PSE	Plan Sénégal Émergent
PTF	Partenaire technique et financier
SG	Secrétaire Général
SR	Santé de la reproduction
UE	Union européenne
UNSECO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFPA	United Nations Population Fund
USAID	United States Agency for International Development
UEMOA	Union Économique et Monétaire Ouest Africaine
VAD	Visite à domicile
WASH	Water Sanitation and Hygiene

Définition des termes

- **Assainissement** : L'assainissement a été défini par un Comité d'Experts de l'OMS comme « Toute action visant à l'amélioration de toutes les conditions qui dans les milieux physiques de la vie humaine influent ou sont susceptibles d'influer défavorablement sur le bien-être physique, mental ou social ».
- **Contamination** : tout envahissement d'un organisme vivant ou d'un milieu par des agents biologiques, chimiques ou physiques pouvant causer des manifestations toxiques, allergiques et infectieuses ou altérer la qualité du milieu.
- **Epizooties** : Une épizootie est une épidémie qui touche des animaux de la même espèce ou d'espèces différentes, dans une région donnée.
- **Excréta** : mélange de selles et d'urines humaines.
- **Hygiène** : ensemble des mesures et pratiques individuelles et collectives qui visent à prévenir la maladie et à maintenir un bon état de santé
- **Hygiène de l'eau** : L'hygiène de l'eau est l'ensemble des mesures et pratiques permettant d'éviter l'altération de la qualité de l'eau de la source à son **utilisation**
- **Hygiène des aliments** : L'hygiène des aliments est l'ensemble des mesures et pratiques adoptées pour préserver la qualité des aliments en particulier leur innocuité et leur salubrité.
- **Hygiène des mains** : L'hygiène des mains est le terme générique désignant toute action visant à réduire ou inhiber la présence et la croissance de la flore microbienne sur les mains, généralement par friction des mains avec un produit hydro-alcoolique ou lavage des mains à l'eau potable et au savon.
- **Latrines** : tout endroit aménagé de telle sorte qu'un être humain puisse s'y soulager de ses déjections corporelles, notamment par la miction et la défécation.
- **Péril fécal** ; l'ensemble des maladies liées aux excréments (excréta). La contamination se fait en général par ingestion de matières fécales qui elles-mêmes contiennent des microbes responsables de maladies
- **Relais communautaire** : personne formée et qui est chargé(e) de mener des activités d'information, d'éducation et de communication pour le changement de comportement, des activités préventives et des activités promotionnelles
- **Restauration collective** : toute activité de préparation, de conservation, de vente et de distribution des aliments destinés à la consommation de plusieurs personnes et servit par des établissements (restaurants, gargotes, cantines, cafeterias, pâtisseries,

lieu de restauration des établissements d'hébergements, boulangeries, pâtisseries) ou sur la voie publique.

- **Salubrité des aliments** : Assurance que les aliments sont acceptables pour la consommation humaine conformément à l'usage auquel ils sont destinés.
- **Sécurité sanitaire des aliments** : Assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et / ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés.
- **Stratégie avancée** : Le terme de « stratégie avancée », tel qu'il est utilisé aujourd'hui, désigne le déplacement d'une équipe du poste de santé pour objectif **d'offrir des services de soins de santé aux** personnes qui peuvent difficilement se rendre au poste (accessibilité géographique).
- **Stratégie équipe mobile** : Le terme de « stratégie équipe mobile », désigne le déplacement d'une équipe médicale interdisciplinaire composée de médecins, d'infirmiers et autres spécialistes du centre de santé du District sanitaire qui a pour objectif **d'offrir des services de soins de santé** aux personnes qui ne sont pas accessibles par l'équipe du poste de santé.
- **Tomboloma** : ce terme désigne les personnes en charge de la sécurité des sites d'exploitation. Ils gèrent aussi les litiges et conflits entre orpailleurs (notamment entre orpailleurs locaux et étrangers)
- **Vendeur ambulant** : toute personne munie ou non d'un véhicule qui se déplace d'un endroit à l'autre en vue de préparer, servir, présenter, distribuer ou livrer des produits/articles sur la voie publique.

RÉSUMÉ EXECUTIF

Dans le Bassin de la Falémé, l'exploitation aurifère traditionnelle est une activité séculaire qui remonte à l'époque des grands empires Ghana – Mali – Songhaï. Le bassin versant de la Falémé est le siège de plusieurs sortes d'exploitations artisanales : éluvionnaire, alluvionnaire et filonienne. Il est aussi le siège d'une importante activité minière avec plusieurs grandes mines à ciel ouvert dans le cours amont, toutes proches du lit de la Falémé. Le mode d'exploitation de l'or dans le bassin est lié aux types de gisements d'or : là où les conditions métallogéniques le permettent, des sociétés minières internationales exploitent (mines à Sabodala au Sénégal et à Kayes, Sadiola et Kéniéba au Mali) ; ailleurs, c'est « l'exploitation artisanale » qui prend la place. Mais à côté des sites artisanaux, un autre type d'orpailleurs opère dans le lit de la rivière, avec des dragues de grandes dimensions, lourdement mécanisées. Ce sont surtout des opérateurs maliens et asiatiques qui disposent d'une autorisation d'exploitation artisanale délivrées par les autorités locales (régionales) maliennes. Sur la rive sénégalaise, ils opèrent dans la clandestinité et le plus souvent en toute impunité. Toutefois, dans la mesure de leurs moyens, les autorités des deux côtés de la frontière font des opérations « coups de poing », entraînant saisies de matériel et sanctions financières.

Cette étude socio-économique comprend deux parties. La première concerne la description et l'analyse des principaux éléments socio-économiques qui caractérisent l'activité d'orpaillage dans le bassin de la Falémé : la localisation des sites, la taille, le nombre d'artisans, le caractère légal / illégal, saisonnier ou pérenne, mécanisé ou traditionnel, la composition de la population locale, sa nature sociologique et sa nationalité. La deuxième partie porte sur l'organisation de l'exploitation et du commerce de l'or.

Les pratiques de l'orpaillage artisanal et l'organisation des orpailleurs, sont les résultats d'enquête de terrain auprès des orpailleurs, effectuées pendant les 10 jours passés sur le terrain, et pendant lesquels l'équipe d'experts a échangé avec 95 personnes. Ces enquêtes ont été effectuées auprès des autorités administratives, des services techniques, des ONG, des autorités locales (chef de village), des orpailleurs, des producteurs maraîchers, des agriculteurs, des éleveurs, etc. L'étude fait apparaître que l'exploitation artisanale repose sur plusieurs modes d'organisation et d'intervenants : famille, groupement, coopératives ou associations, prestataires de services. Ces groupes socio-économiques se caractérisent par la

pluralité des intervenants : propriétaire de la terre, propriétaire du site, polices des mines, ordonnateurs, forgerons, commerçants.

Sur le plan de la structure de la population, la tranche d'âge dominante est celle des adultes (de plus de 20 ans), soit 80 % des orpailleurs. Les jeunes de moins de 20 ans représentent 15% et les gens du troisième âge, 5%. Cette répartition a été observée dans tous les sites visités. Elle correspond aux moyennes habituellement connues dans des sites comparables ailleurs en Afrique de l'Ouest. Les femmes interviennent à tous les niveaux du processus de production, depuis la remontée du minerai, son transport jusqu'au traitement. Parallèlement, elles jouent un rôle majeur dans des activités connexes, comme la cuisine, le petit commerce et le ravitaillement des sites en nourriture et en eau. En dépit de ces contributions importantes, le statut social de la femme dans l'artisanat minier demeure peu favorable. La présence des enfants sur les sites est quasi-générale et correspond au mode d'organisation communautaire traditionnel.

A partir de données collectées sur les sites actifs de Fadougou, Garébouréa, Kolya, Sansamba et Bokhodi, l'origine des orpailleurs a été étudiée et il en ressort que plusieurs nationalités y sont présentes avec des pourcentages très variables. Dans les sites visités, la communauté malienne se distingue par un fort pourcentage, ce qui s'explique par plusieurs facteurs : la situation transfrontalière du bassin de la Falémé, la proximité culturelle entre les bambaras (Mali) et les malinkés du Sénégal, mais surtout la maîtrise, par les maliens, des techniques d'orpaillage.

Le développement de l'exploitation artisanale de l'or dans le bassin de la Falémé est allé de pair avec le développement des activités commerciales dans les villages, à cause de l'augmentation des besoins en nourriture et en matériels de travail. L'exploitation artisanale de l'or a aussi permis l'ouverture de fabriques, de boutiques et d'ateliers de réparation d'outils et de matériels de travail des orpailleurs. Cette observation de terrain montre que l'exploitation artisanale de l'or, du fait du développement du commerce et de l'artisanat qu'elle a engendré, donne une vigoureuse vitalité à l'économie locale qui reste toutefois informelle.

Dans les sites d'orpaillage visités, 90 % des personnes rencontrées vendent leur or à des acheteurs maliens, basés sur le site, ou en faisant appel à un gestionnaire de comptoir depuis le Mali. En 2021, le gramme d'or fluctuait entre 25 et 30 000F au niveau local. Les relations commerciales avec le Mali sont d'autant plus faciles que la zone est bien couverte par le réseau téléphonique malien.

Sur tous les sites miniers enquêtés, aucune structure formelle n'a été observée. Une partie seulement des orpailleurs dispose des cartes, distribuées en 2014, dans le cadre de la politique de formalisation de l'exploitation artisanale de l'or. Cette situation montre le caractère informel de l'orpaillage et son manque de contrôle par les pouvoirs publics. Un manque d'encadrement de l'activité d'extraction a été constaté, notamment sur le plan environnemental, social et économique. La réalité est qu'un nombre important d'orpailleurs vit dans la précarité, car les véritables rentiers de l'orpaillage sont le propriétaire du site (*diouratigui*), le propriétaire du puits (*Datigui*), les *tomboulma* et aussi les vendeurs de matériel miniers que la mécanisation de l'orpaillage a enrichis.

Dans la présente étude, un état des lieux de l'environnement a été réalisé, en se focalisant sur la ressource en eau dans les zones d'orpaillage, conformément aux termes de référence. L'étude s'est également intéressée aux problématiques liées à l'hygiène, la santé et la sécurité des sites visités.

Les eaux de la Falémé constituent une ressource vitale pour toutes les communautés vivant le long de la rivière. Certains conflits d'usage opposant les différentes communautés ont été constatés. Les impacts négatifs de l'orpaillage, en aval de la rivière, génèrent des mobilisations locales et les voix montent pour dénoncer les impacts négatifs de l'orpaillage. Des Comités de Veille et d'Alerte (CVA) sont apparus dans ce contexte avec pour ambition de pousser les décideurs à prendre en charge les problèmes. En effet, certaines pratiques d'orpaillage observées sur la rive malienne, sur les terrasses alluviales récentes ou dans le lit vif, ne peuvent pas être qualifiées d'artisanales, mais plutôt d'exploitations minières industrielles ou semi-industrielles. De même, sur la rive sénégalaise, l'exploitation de l'or ne peut être qualifiée d'EMAPE (Exploitation minière artisanale à petite échelle) étant donné le fort degré de mécanisation (motopompes, broyeurs, mini-dragues, triporteurs) observé pour le traitement du minerai aurifère.

Un impact très visible de l'orpaillage est la destruction du paysage avec un déboisement des sites à la fois pour gagner de l'espace pour l'exploitation de l'or mais aussi pour récupérer le bois pour soutenir les puits creusés.

Un autre impact très visible dans la Falémé est la très forte turbidité (eau boueuse) due à l'intense activité des dragues de tout calibre dans le lit vif du fleuve ; les rejets de ces engins encombrant le lit vif et perturbent ainsi l'écoulement naturel de la Falémé.

Les sols sont gravement impactés par toutes les étapes de l'exploitation artisanale de l'or. Les résidus miniers, constitués de minerai et de roches concassées, constituent une menace potentielle pour la qualité de l'eau, l'écosystème et la santé humaine. Les rejets miniers, tailings et stériles, issus des sluices (canal de lavage) dispersent des métaux lourds potentiellement dangereux pour la santé : chrome, arsenic, plomb, cadmium et mercure. Les résultats des analyses des différents échantillons d'eau et de sédiments prélevés pendant les deux missions de terrain réalisées sur les deux rives de la Falémé, ont permis d'identifier et quantifier cette pollution.

Les problématiques d'hygiène, santé et sécurité (HSS) dans les sites d'orpaillage (EMAPE) sont multiples et amplifiées par la promiscuité des lieux et leur isolement, loin de toutes les administrations qu'elle soit de Santé ou autre.

Un travail d'enquête auprès des parties prenantes a été réalisé, et permet d'affirmer que les sites d'orpaillage (EMAPE) ne respectent aucune norme. Ils n'ont aucune pratique sécuritaire du travail. Les travailleurs sont exposés à une multitude de risques pour leur santé. De plus, ces risques se sont accrus avec le passage du stade artisanal traditionnel à celui de la semi-mécanisation, avec une utilisation de matériels souvent mal maîtrisés.

Dans le bassin versant de la Falémé, les principaux problèmes pour la santé humaine, liés à l'activité d'orpaillage, sont principalement dus à l'usage non contrôlé du mercure (Hg^0 pour l'amalgamation) et du cyanure (KCN ou NaCN pour la lixiviation) pour récupérer l'or dans le minerai. Cette étude propose une solution pour remédier à ce grave problème.

Enfin, plusieurs activités sont sources de pollution de l'air surtout durant l'étape de broyage du minerai et génèrent un fort niveau de bruits (broyeurs, motopompes, moteurs) sur tous les sites.

Une autre partie du travail a consisté à caractériser le niveau de pollution de la Falémé, en lien avec les activités d'orpaillage. Les résultats principaux suivent :

Sur les deux rives de la Falémé, les profils de concentrations des métaux lourds des sédiments récents sont assez semblables et calés sur les profils de l'aluminium et du fer, avec des concentrations plus fortes dans la zone située au niveau des communes de Satadou Bafé, Moussala, Sansanba, Kolya, Farincounda (abrégé en « zone SMSK »). Sur les deux rives, ces profils montrent que les métaux lourds dans les sédiments de la Falémé, sédiments constitués principalement par des argiles, sont un paramètre pertinent et omniprésent pour tracer l'impact des activités minières d'orpaillage sur le fleuve. Ces activités sont responsables de la mise en suspension dans le fleuve de particules porteuses de métaux lourds. En fait, l'activité minière (surtout les dragues industrielles qui opèrent sur le fleuve) provoque une pollution par une mise en suspension importante d'argiles dans les eaux du fleuve. Les cyanures ne sont jamais détectés, ni l'étain, mais le mercure et l'arsenic sont présents dans la zone SMSK d'activité importante. Dans le cas du mercure et de l'arsenic, il s'agit d'une véritable pollution chimique provoquée par les activités minières et/ou des artisans orpailleurs. Les concentrations en mercure et en arsenic, mesurées dans les sédiments récents, et les doublons mercure, sont supérieures en rive malienne, en mars 2023 (étiage), à celles mesurées en rive sénégalaise, en fin novembre – début décembre 2021 (milieu de la saison sèche). Il ne faut pas en conclure que la rive malienne est plus polluée que la rive sénégalaise, mais qu'ayant été échantillonnée en période d'étiage, il est normal d'y trouver des concentrations plus fortes (car moins de dilution qu'en décembre 2021). Dans tous les cas, sur les deux rives de la Falémé, la zone la plus impactée par les activités minières est la zone SMSK, située plutôt en amont de la Falémé, car plus en aval, et sur les deux rives, une diminution des concentrations en métaux lourds des sédiments de la Falémé a été constatée.

Dans les eaux de surface, les teneurs en mercure, cyanures, cadmium sont toujours sous la LQ (limite de quantification définie par la technique analytique utilisée). Les concentrations en métaux lourds des eaux profondes (forages d'hydraulique villageoise surtout et quelques rares puits) sont faibles (inférieures aux valeurs seuils réglementaires) sur les deux rives de la Falémé. En rive malienne, comme en rive sénégalaise, les seuls métaux détectés partout et au-dessus de la LQ (Limite de Quantification) sont le magnésium et le manganèse. Ces éléments correspondent au fond géochimique régional. Le cobalt, le nickel et l'arsenic ne sont détectés que ponctuellement au-dessus de la LQ et uniquement dans la zone SMSK. Ces concentrations sont faibles et l'hypothèse d'un impact des activités minières dans les eaux profondes de ces localités peut être écartée.

L'étude a apporté de nouvelles données sur la pollution de la rivière Falémé, pollution provoquée par les activités d'orpaillage, sur les rives sénégalaises et maliennes.

Le principal point à retenir est que la Falémé est polluée de deux façons. Une pollution "physique" qui se caractérise par la mise en suspension dans les eaux de la rivière, d'une abondante fraction argileuse, provoquée par l'intense activité des dragues industrielles. Ces argiles sont porteuses de métaux lourds (par adsorption). Une pollution chimique en lien avec l'orpaillage, pollution au mercure surtout et cyanure ponctuellement, détectée ailleurs que dans les huttes d'amalgamation ou sur les sites d'orpaillage, en échantillonnant loin de ces sites, en évitant si possible les zones de rejets des mines ou des artisans. Les analyses pour ces deux éléments

chimiques (Hg, CN) ont mis en évidence des sédiments récents chimiquement impactés par du mercure dans les stations de Kolya, Sansanba et Farincounda. Par contre, ni les eaux du fleuve, ni les eaux de forage ne sont impactées par le mercure des orpailleurs.

Afin de contrôler tous les risques liés aux activités d'orpaillage sur la Falémé, au Sénégal et au Mali, il existe un cadre législatif mis en place par les deux pays. Cette étude fait le point sur tout ce cadre institutionnel qui existe et servira de support pour toutes les nouvelles propositions, décrites dans le dernier chapitre du présent rapport.

Le Mali et le Sénégal sont engagés dans différentes initiatives internationales en rapport avec la protection des ressources minières, ils ont ratifié ou accédé à différentes conventions internationales qui portent notamment sur l'Exploitation Minière Artisanale à Petite Échelle (EMAPE).

Depuis sa création en 1972, l'OMVS a élaboré différents textes relatifs à la protection des ressources naturelles du Bassin du Fleuve Sénégal. Parmi ces textes, une convention (article 1) précise que le fleuve Sénégal est déclaré fleuve international y compris ses affluents. Avec cette convention, les États concernés affirment solennellement leur volonté de développer une étroite coopération pour permettre l'exploitation rationnelle des ressources du fleuve Sénégal (art. 2). Cette convention, adoptée le 28 mai 2002 à Nouakchott, a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 24 juillet 2002 et le 28 mai 2003.

Tout est donc en place, bien défini et bien cadré, il reste à "appliquer".

Le suivi qualitatif des ressources en eau du bassin versant de la Falémé est de la responsabilité de l'OMVS. Il est important de proposer un cadre institutionnel de suivi de la qualité des ressources en eau, adossé à la Direction de l'Environnement et du Développement Durable afin de suivre l'évolution de l'État de l'environnement et des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal.

En conclusion de cette étude, plusieurs propositions ont été faite :

- Faire de l'orpaillage une cause nationale, faire du Sénégal et du Mali, deux producteurs d'or « vert » (écoresponsable) reconnus officiellement, avec une véritable industrie et économie de ce métal, faire de l'orpaillage une activité reconnue et légale, faire des orpailleurs des travailleurs reconnus et utiles (au lieu de travailleurs clandestins peu considérés) qui participent à la vie des deux pays, qui gagnent décemment leur vie.
- Créer, au sein de l'OVMS, un Service en charge de l'ORpaillage (SOR) au sein de la Direction de l'Environnement et du Développement Durable (DEDD) qui centralisera toutes les actions requises pour faire de l'orpaillage artisanal, une activité d'Etat. L'orpaillage artisanal deviendra ainsi "une nouvelle industrie" à part entière.

Mettre en place des stations chimiques (SC) pour séparer l'or. Avec elles, la manipulation du mercure et du cyanure sera encadrée, autorisée dans des sites dédiés et certifiés conformes d'un point de vue environnemental et sociétal avec un personnel habilité et formé qui prendra en charge le traitement des minerais concentrés par les orpailleurs pour leur en extraire l'or. Les SC auront la charge du programme de surveillance et de suivi de la pollution du cours de la Falémé. Elles seront préférentiellement situées en bordure du fleuve, de part et d'autre, à la fois au Mali et au Sénégal. La requête de comparer le centre de traitement

de minerais aurifères de CHAMI en Mauritanie avec les structures des stations chimiques ("SC") le long de la Falémé a été discutée lors de la visioconférence du 6 octobre 2023 avec l'OMVS, préparatoire à l'atelier de validation du rapport final provisoire "R2". CHAMI a vu le jour grâce au soutien inconditionnel du Président mauritanien et l'État. La gestion de ce centre minéralurgique pour traiter les résidus du traitement de l'or par les artisans miniers a été confié à un investisseur privé, dans le cadre d'une convention avec l'État, sur un terrain mis à sa disposition par ce dernier. En outre, une ville nouvelle a été créée et elle s'est développée autour de ce centre. Le contexte de l'orpaillage / EMAPE qui prévalait en Mauritanie avant la création de ce centre est tout à fait comparable à celle qui existe aujourd'hui le long de la Falémé. Par analogie, il est légitime d'imaginer pouvoir reproduire ce schéma sur les rives de la Falémé, il existe d'ailleurs aussi au Soudan. Près de CHAMI, une ville nouvelle a été créée (là encore, par la volonté présidentielle) et a pu se développer grâce au boum minier artisanal et industriel dans la région. Devant l'afflux de population sur les deux bords de la Falémé, qui selon les enquêtes souhaite se fixer localement, il serait opportun de prévoir leur future sédentarisation, ce qui s'inscrit bien dans la politique de décentralisation des États et, notamment, du plan de développement d'un "Hub minier régional" du Plan Sénégal Émergent.

- Pour conserver la paix sociale, il est proposé de mobiliser les orpailleurs en leur offrant un abonnement gratuit à un Groupement d'Intérêt (GI des orpailleurs responsables), avec une carte d'adhérent gratuite. La gratuité est un concept à priori inacceptable, mais dans le domaine de l'environnement, l'expérience nous apprend que si l'utilisateur doit payer pour préserver la nature, il ne s'implique pas. Ainsi donc, s'ils adhèrent en signant une charte pour un orpaillage responsable et durable, ils en retireront des avantages. Ce groupement d'intérêt permettra en outre, de les répertorier ainsi que leurs sites d'orpaillage.

- To make gold-washing a national cause, to make Senegal and Mali two officially recognised producers of "green" (eco-responsible) gold, with a real industry and economy based on this metal, to make gold panning a recognised and legal activity, to make gold panners recognised and useful workers (instead of illegal workers with little consideration) who participate in the life of the two countries and who earn a decent living.
- To create, within the OVMS, a Service in charge of gold washing (*Service en charge de l'Orpaillage - SOR*) within the Environment and Sustainable Development Department (*Direction de l'Environnement et du Développement Durable - DEDD*), which will centralise all the actions required to make artisanal gold panning a State activity. Artisanal gold washing will thus become a "new industry" in its own right.
- Set up chemical stations (CS) to separate the gold. Along with the CS is the handling of mercury and cyanide, authorised at dedicated sites and certified as compliant from an environmental and social point of view, with authorised and trained staff responsible for processing the ore concentrated by gold miners in order to extract the gold. The CS will be in charge of the surveillance and monitoring programme for pollution along the Falémé. They will preferably be located on either side of the river, in both Mali and Senegal. The request to compare the CHAMI gold ore processing centre in Mauritania with the structures of the chemical stations ("CS") along the Falémé was discussed during the videoconference with the OMVS on 6 October 2023, in preparation for the workshop to validate the provisional "R2" final report. CHAMI came into being thanks to the unconditional support of the President of Mauritania and the State. The management of this mineral-processing centre to treat the residues from the processing of gold by artisanal miners was entrusted to a private investor, under an agreement with the State, on land made available by the latter. In addition, a new town was created and developed around this centre. The context of gold panning/EMAPE that prevailed in Mauritania before the creation of this centre is entirely comparable to that which exists today along the Falémé. By analogy, it is legitimate to imagine being able to reproduce this pattern on the banks of the Falémé, which also exists in Sudan. Near CHAMI, a new town has been created (again, thanks to the will of the President) and has been able to develop due to the boom in artisanal and industrial mining in the region. Given the influx of people on both sides of the Falémé who, according to surveys, want to settle locally, it would be appropriate to plan for their future settlement, which is in line with the government's decentralisation policy and, in particular, the plan to develop a "Regional Mining Hub" under the Emerging Senegal Plan.
- In order to preserve social peace, a proposal is being put forward to mobilise gold miners by offering them a free subscription to a Group of Interest (GI) of responsible gold miners, with a free membership card. In principle, free membership is an unacceptable concept, but in the environmental field, experience has taught us that if users have to pay to preserve nature, they do not come on board. Thus, if they sign up to a charter for responsible and sustainable gold panning, they will reap the benefits. This interest group will also enable them and their gold-panning sites to be listed.

EXECUTIVE SUMMARY

In the Falémé basin, traditional gold mining is an age-old activity dating back to the time of the great Ghana - Mali - Songhaï empires. The Falémé watershed is home to several types of artisanal mining: eluvial, alluvial and vein mining. It is also the site of major mining activity, with several large open-cast mines in the upper reaches, all close to the Falémé riverbed. The way gold is mined in the basin is linked to the type of gold deposit: where metallogenic conditions permit, international mining companies operate (mines at Sabodala in Senegal and Kayes, Sadiola and Kéniéba in Mali); elsewhere, "artisanal mining" takes over. But alongside the artisanal sites, another type of gold digger operates in the riverbed, using large, heavily mechanised dredges. These are mainly Malian and Asian operators with artisanal mining permits issued by the local (regional) authorities in Mali. On the Senegalese side of the river, they operate clandestinely, often with impunity. However, to the best of their ability, the authorities on both sides of the border carry out raids, seizing equipment and imposing financial penalties.

The socio-economic study comprises two parts. The first describes and analyses the main socio-economic features of gold panning in the Falémé basin: location of sites, size, number of artisans, legal/illegal, seasonal/permanent, mechanised/traditional, composition of the local population, sociological nature and nationality. The second part looks at the organisation of gold mining and trading.

Artisanal gold-panning practices and the organisation of gold panners are the results of field surveys of gold panners carried out during the 10 days spent in the field, during which the team of experts spoke to 95 people. These surveys were carried out with the administrative authorities, technical services, NGOs, local authorities (village chief), gold panners, market gardeners, farmers, livestock breeders and so on. The study revealed that artisanal mining is based on several forms of organisation and stakeholders: families, groups, cooperatives or associations and service providers. These socio-economic groups are characterised by the multiplicity of players: landowners, site owners, mining contractors, schedulers, blacksmiths and traders.

In terms of population structure, the dominant age group is adults (over 20), accounting for 80% of gold miners. Young people under 20 account for 15% and senior citizens for 5%. This distribution was observed at all the sites visited. It corresponds to the averages usually seen at comparable sites elsewhere in West

Africa. Women are involved at all levels of the production process, from hauling up the ore and transporting it to processing. At the same time, they play a major role in related activities, such as cooking, petty trading and supplying the sites with food and water. Despite these important contributions, the social status of women in artisanal mining remains poor. The presence of children on the sites is almost universal and corresponds to the traditional mode of community organisation.

Based on data collected at the active sites of Fadougou, Garébouréa, Kolya, Sansamba and Bokhodi, the origin of the gold miners was studied and it emerged that several nationalities are present with very variable percentages. At the sites visited, the Malian community stood out with a high percentage, which can be explained by several factors: the cross-border location of the Falémé basin, the cultural proximity between the Bambara (Mali) and the Malinke (Senegal), and above all, the Malians' mastery of gold-panning techniques.

The development of artisanal gold mining in the Falémé basin has gone hand in hand with the development of commercial activities in the villages, due to the increased need for food and working materials. Artisanal gold mining has also led to the opening of factories, shops and workshops to repair the tools and equipment used by gold miners. This field observation shows that artisanal gold mining, through the development of trade and crafts that it has engendered, is giving a vigorous vitality to the local economy, which nevertheless remains informal.

At the gold-panning sites visited, 90% of the people we met sell their gold to Malian buyers, based on the site, or using a counter manager from Mali. In 2021, a gram of gold fluctuated between 25,000 and 30,000 francs locally. Commercial relations with Mali are made all the easier by the fact that the area is well covered by the Malian telephone network.

No formal structures were observed at any of the mining sites surveyed. Only some of the gold miners have cards, distributed in 2014 as part of the policy to formalise artisanal gold mining. This situation demonstrates the informal nature of gold panning and the lack of control by the public authorities. There is a lack of supervision of mining activities, particularly in environmental, social and economic terms. The reality is that a large number of gold miners live in precarious conditions, as the real gold miners are the site owner (*diouratigui*), the well owner (*Datigui*), the *tomboulma*, as well as the sellers of mining equipment who have become richer as a result of the mechanisation of gold mining.

In this study, an environmental inventory was carried out, focusing on water resources in the gold-panning areas, in accordance with the Terms of Reference. The study also looked at hygiene, health and safety issues at the sites visited.

The waters of the Falémé are a vital resource for all the communities living along the river. There have been a number of conflicts between different communities over the use of this resource. The negative impacts of gold panning downstream of the river have led to local mobilisation and voices are raised to denounce the negative impacts of gold panning. Watch and Warning Committees (*Comités de Veille et d'Alerte* - CVA) have sprung up in this context, with the aim of urging decision-makers to take charge of the problems. Some of the gold-panning practices observed on the Malian side of the river, on recent alluvial terraces or in the riverbed, cannot be described as artisanal, but rather as industrial or semi-industrial mining operations. Similarly, on the Senegalese side of the river, gold mining cannot be described as ASM (*Artisanal Small Artisanal Small-scale mining*) given the high

degree of mechanisation (motor pumps, crushers, mini-drakes and three-wheelers) used to process the gold ore.

One very visible impact of gold panning is the destruction of the landscape, with deforestation of sites both to gain space for gold mining and to recover wood to support the dug wells.

Another highly visible impact on the Falémé is the very high turbidity (muddy water) caused by the intense activity of dredgers of all sizes in the river's live bed; the discharges from these machines clog up the live bed and disrupt the Falémé's natural flow.

Soil is severely impacted by all stages of artisanal gold mining. Mine tailings, made up of ore and crushed rock, are a potential threat to water quality, the ecosystem and human health. Mine tailings and waste rock from sluices (washing channels) disperse heavy metals that are potentially hazardous to health: chromium, arsenic, lead, cadmium and mercury. The results of the analyses of the various water and sediment samples taken during the two field missions carried out on the two banks of the Falémé have enabled the identification and quantification of this pollution.

The problems of hygiene, health and safety (HSS) on gold-washing sites (ASM) are numerous and amplified by the proximity of the sites and their isolation, far from all administrations, whether health-related or otherwise.

A survey of stakeholders has been carried out and shows that the gold-washing sites (ASM) do not comply with any standards. They have no safe working practices. Workers are exposed to a multitude of health risks. What's more, these risks have increased with the transition from the traditional artisanal stage to semi-mechanisation, with the use of equipment that is often poorly controlled.

In the Falémé catchment area, the main human health problems associated with gold panning are mainly due to the uncontrolled use of mercury (Hg^0 for amalgamation) and cyanide (KCN or NaCN for leaching) to recover gold from ore. This study proposes a solution to this serious problem.

Lastly, several activities are sources of air pollution, especially during the ore crushing stage and generate a high level of noise (crushers, motor pumps and engines) at all sites.

Another part of the work involved characterising the level of pollution in the Falémé, in relation to gold-panning activities. The main results are as follows:

On both banks of the Falémé, the heavy metal concentration profiles of recent sediments are fairly similar and are based on the aluminium and iron profiles, with higher concentrations in the zone located in the communes of Satadou Bafé, Moussala, Sansanba, Kolya and Farincounda (abbreviated as the "SMSK zone"). On both banks of the river, these profiles show that heavy metals in the sediments of the Falémé, which consist mainly of clays, are a relevant and omnipresent parameter for tracing the impact of gold mining activities on the river. These activities are responsible for the suspension in the river of particles carrying heavy metals. In fact, mining activity (especially the industrial dredgers operating on the river) causes pollution by suspending large quantities of clay in the river's waters. Neither cyanides nor tin are ever detected, but mercury and arsenic are present in the SMSK zone of significant activity. In the case of mercury and arsenic, there is real chemical pollution caused by mining activities and/or artisanal gold miners. Mercury and arsenic

concentrations measured in recent sediments, and mercury duplicates, are higher on the Malian bank in March 2023 (low water) than those measured on the Senegalese bank in late November - early December 2021 (middle of the dry season). This does not mean that the Malian bank is more polluted than the Senegalese bank, but rather that, having been sampled during the low-water period, it is normal to find higher concentrations there (due to less dilution than in December 2021). In any case, on both banks of the Falémé, the area most impacted by mining activities is the SMSK zone, located further upstream on the Falémé, because further downstream, and on both banks, a decrease in heavy metal concentrations in Falémé sediments has been observed.

In surface water, mercury, cyanide and cadmium levels are always below the LQ (limit of quantification defined by the analytical technique used). Concentrations of heavy metals in deep water (mainly from village boreholes and a few rare wells) are low (below regulatory threshold values) on both banks of the Falémé. On the Malian bank, as on the Senegalese bank, the only metals detected everywhere above the LQ (limit of quantification) are magnesium and manganese. These elements correspond to the regional geochemical background. Cobalt, nickel and arsenic are only occasionally detected above the LQ and only in the SMSK zone. These concentrations are low and the hypothesis of an impact of mining activities in the deep waters of these localities can be ruled out.

The study provided new data on the pollution of the Falémé River, caused by gold-panning activities on the Senegalese and Malian banks.

The main point to remember is that the Falémé is polluted in two ways. "Physical" pollution, characterised by the suspension in the river water of an abundant clay fraction, caused by the intense activity of industrial dredgers. These clays carry heavy metals (by adsorption). Chemical pollution linked to gold panning, mainly mercury and occasionally cyanide pollution, detected elsewhere than in the amalgamation huts or on the gold-panning sites, by sampling far from these sites, avoiding if possible, the areas where the mines or gold-washers discharge their waste. Analyses for these two chemical elements (Hg and CN) revealed recent sediments chemically impacted by mercury at the Kolya, Sansanba and Farincounda stations. However, neither river water nor drilling water is affected by mercury from gold miners.

In order to control all the risks associated with gold-panning activities on the Falémé in Senegal and Mali, a legislative framework has been put in place by both countries. This study takes stock of the existing institutional framework and will serve as a basis for all the new proposals described in the final chapter of this report.

Mali and Senegal are involved in a number of international initiatives to protect mining resources and have ratified or acceded to a number of international conventions on small-scale artisanal mining (ASM/EMAPE).

Since its creation in 1972, the OMVS has drawn up various texts relating to the protection of the natural resources of the Senegal River Basin. Among these texts, a convention (article 1) specifies that the Senegal River is declared an international river, including its tributaries. With this convention, the States concerned solemnly affirm their desire to develop close cooperation to enable the rational exploitation of the resources of the Senegal River (article 2). The convention, adopted on 28 May 2002 in Nouakchott, was ratified by Mali and Senegal on 24 July 2002 and 28 May 2003 respectively.

Everything is therefore in place, well defined and well framed. All that remains is "application".

Monitoring the quality of water resources in the Falémé catchment area is the responsibility of the OMVS. It is important to propose an institutional framework for monitoring the quality of water resources, attached to the Department of the Environment and Sustainable Development (DEDD), in order to track changes in the state of the environment and natural resources in the Senegal River basin.

The study concluded with a number of proposals.

INTRODUCTION

Les enjeux de la mutation des techniques artisanales à petite échelle pour l'extraction de l'or en Afrique de l'Ouest, et notamment dans le bassin versant de la rivière Falémé, a un impact néfaste tant sur l'environnement physique, géopolitique, que sur le développement socio-économique des régions exploitées.

Au Sénégal et au Mali, cette extraction minière artisanale à petite échelle (appelée couramment « EMAPE ») est pratiquée par des orpailleurs qui utilisent des substances dangereuses, et même mortelles, comme le mercure (Hg) et le cyanure (CN), pour concentrer et récupérer le minerai aurifère. Malheureusement ces deux éléments chimiques sont anarchiquement disséminés dans l'environnement par les orpailleurs, provoquant une pollution dénoncée depuis plusieurs années et décrite dans de nombreux rapports et publications. Par exemple, au Sénégal, il a été estimé (Rapport FEM, ONU-Environnement, AGC Artisanal Gold Council, Novembre 2019) que 3,9 t/an de mercure auraient été utilisées dans la région de Kédougou et 1,3 t/an dans la région de Tambacounda. Ces valeurs ont été estimées en 2019, mais en 2018, un rapport indiquait que 667,4 kg/an de mercure (Hg) avaient été achetés dans la région de Kédougou (Rapport de l'étude monographique sur l'orpaillage au Sénégal, ANSD, 2018) ainsi que 3,8 Kg de cyanure (CN) par an. Il faut toujours garder à l'esprit que ces estimations restent sujets à caution, à cause du caractère informel de l'orpaillage et donc du manque de données précises et reconnues au niveau des services étatiques riverains ou des organismes internationaux œuvrant dans la sous-région.

Les études concernant l'orpaillage artisanal se concentrent surtout dans le bassin versant de la Gambie, mais celles concernant la présente d'étude, le lit vif de la Falémé, sont peu nombreuses.

Cette étude a eu pour but d'obtenir « une photographie de l'orpaillage dans le bassin versant de la Falémé », photographie actuelle : une description des activités d'orpaillage sur les deux rives de la Falémé, la rive sénégalaise et la rive malienne, une étude de l'extension de la pollution, notamment Hg et CN, mais aussi l'extension des désordres environnementaux provoqués par l'orpaillage, en particulier quand celui-ci ne se fait plus à petite échelle mais de façon quasi-industrielle à l'aide de dragues (barges) sur la Falémé. Ce travail a aussi consisté à étudier la socio-économie de l'orpaillage, le cadre juridique dans lequel il évolue, et aussi les problématiques d'hygiène, de santé et de sécurité qui l'accompagnent.

Cette étude de la pollution due à l'orpaillage s'est déroulée en deux missions d'échantillonnage sur le terrain, distinctes dans le temps : une mission le long de la rive sénégalaise en décembre 2021, et une mission sur la rive malienne en mars 2023. Dans le présent rapport, les données de ces deux missions seront présentées séparément étant donné qu'il faut prendre en compte le fait que le débit de la Falémé varie énormément selon les saisons. Ainsi, en décembre le cours de la Falémé est à la moitié de sa décrue, alors qu'en mars, il atteint l'étiage, avec des sections où l'eau ne coule même pas. Les interprétations des valeurs obtenues pour caractériser la pollution devront en tenir compte.

CHAPITRE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ACTIVITE D'ORPAILLAGE DANS LA ZONE DE L'ETUDE

1 ETAT DES LIEUX DE L'ACTIVITE D'ORPAILLAGE DANS LA ZONE DE L'ETUDE – REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Etat des lieux dans la zone d'étude, le bassin de la Falémé

Des données bibliographiques pertinentes sur l'impact environnemental de l'orpaillage ont été rassemblées ci-dessous.

Certaines contiennent des analyses chimiques des eaux, mais sans donnée sur le mercure, certaines contiennent des analyses chimiques de sols ou sédiments. La plupart des analyses de mercure concernent des points d'échantillonnage situés sur les sites d'orpaillage où les valeurs obtenues sont, bien sûr, très élevées. Toutes ces données seront utiles pour interpréter celles issues de cette nouvelle étude.

Les données utiles sont écrites en gras dans le texte. Les lieux cités et étudiés qui concernent cette étude de terrain sont écrits *en italique* et sont reportés sur la carte ci-dessous. Les sites importants cités dans la bibliographie y sont repérés. L'annexe 1 du rapport présente les coordonnées des sites d'orpaillage répertoriés dans la bibliographie déterminées par cartographie satellitaire.

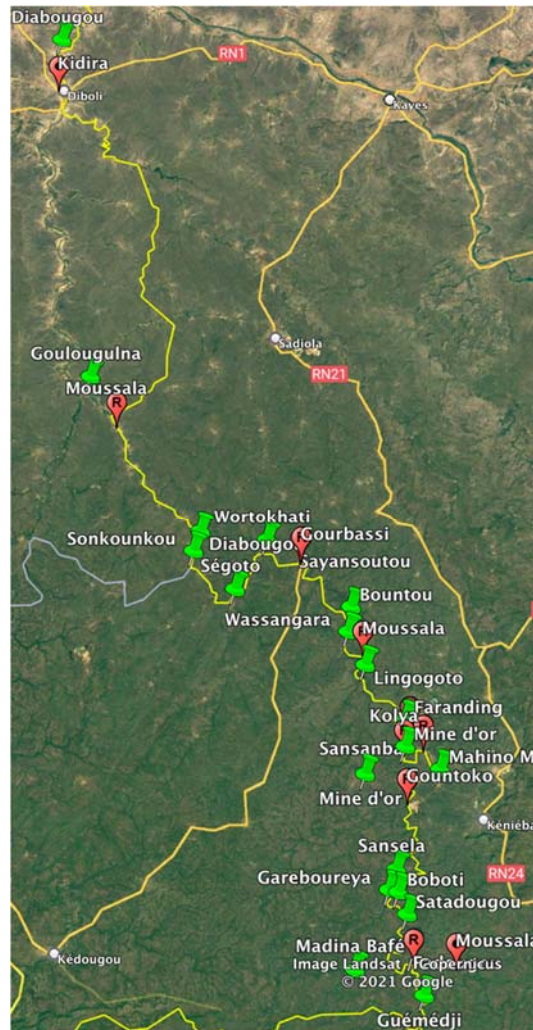


Figure 1 : Carte des sites de la Falémé cités dans la bibliographie étudiée

1.2 Station de Kidira (Sénégal)

Publication étudiée : J.L. BOEGLIN et J.L. PROBST, 1996, Transports fluviaux de matières dissoutes et particulaires sur un bassin versant en région tropicale: le bassin amont du Niger au cours de la période 1990-1993, Sci.Geol.Bull. 49, 1-4, p.25-45.

Dans cet article, aucune donnée sur le mercure, mais des **données sur les quantités de matières en suspension et en solution transportées par la Falémé**, mesurées à la *station de Kidira* (cf le point 11 de la carte de la figure 2).

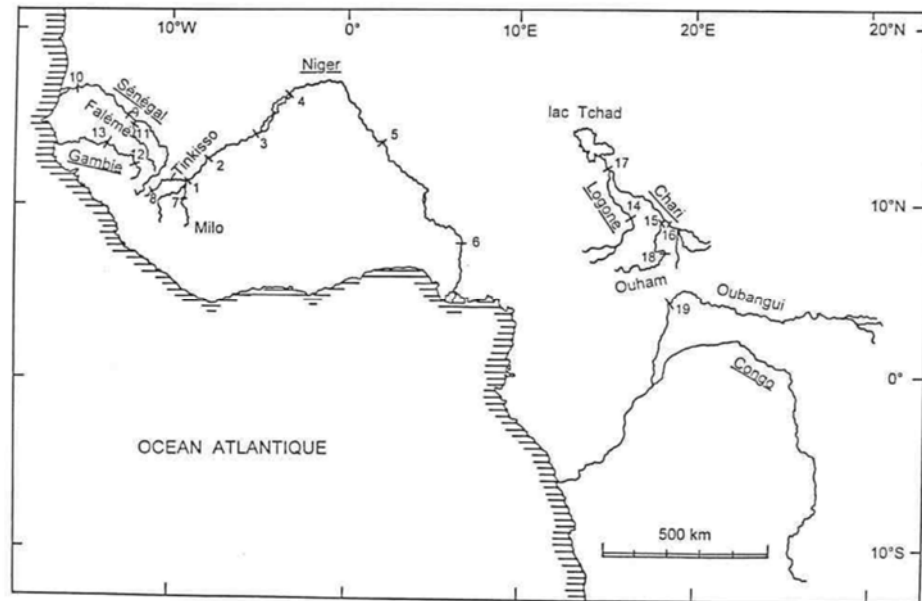


Figure 2 : Carte de localisation des stations d'Afrique tropicale dont les données sont compilées dans l'étude de J.L. BOEGLIN et J.L. PROBST, 1996, localisant en particulier la station 11, Kidira

Les données ci-dessous, sont celles citées dans l'article et en particulier les données correspondant à la *station de Kidira*.

Bassin de la Falémé :

- Superficie : 28,9 x 103 km² ;
- Débit : 57 m³/s ;
- Drainage: 62,2 mm/an ;
- Cations dissous: Na⁺ = 0,17 t/km²/an; K⁺ = 0,14 t/km²/an; Mg²⁺ = 0,15 t/km²/an; Ca²⁺ = 0,35 t/km²/an ;
- anions dissous: HCO₃⁻ = 2,01 t/km²/an; Cl⁻ = 0,23 t/km²/an; SO₄²⁻ = 0,07 t/km²/an ;
- SiO₂ = 0,610 t/km²/an ;
- Matières en solution TDS = 3,73 t/km²/an ;
- Matières en suspension TSS = 16,6 t/km²/an.

Tableau 1 : Flux spécifiques de matières en solution et en suspension dans quelques bassins fluviaux d'Afrique tropicale

Bassin versant	Station	Cycles hydrologiques	Superficie (10 ³ km ²)	Débit (m ³ /s)	Drainage (mm/an)	Flux spécifiques (t/km ² /an)											R _m	Sources biblio
						Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	SiO ₂	TDS	TSS			
NIGER amont	SIGUIRI (Guinée)	1987	67,6	560	261	0,52	0,29	0,33	0,46	4,30	0,20	0,03	2,57	8,7	12,0	1,67	(1)	
NIGER amont	BAMAKO (Mali)	1990-92	117	735	198	0,45	0,24	0,20	0,43	3,62	0,06	0,04	2,96	8,0	4,9	1,20	(2)	
NIGER entrée cuvette	KE-MACINA, DOUNA (Mali)	1992/93	243	771	100	0,35	0,18	0,09	0,26	2,47	-	-	1,69	5,1	4,3	1,44	(3)	
NIGER sortie cuvette	DIRE (Mali)	1992/93	340	578	53,6	0,18	0,11	0,05	0,14	1,21	-	-	0,75	2,5	2,3	1,60	(3)	
NIGER moyen	NIAMEY (Niger)	1985	700	493	22,2	0,07	0,09	0,04	0,09	0,60	0,18	-	0,27	1,4	-	2,19	(4)	
				532	24,0										5,2	-	(5)	
NIGER aval	LOKOJA (Nigeria)	1980/81	1200	4886	128	0,24	0,14	0,24	0,74	4,40	0,11	0,06	1,81	7,8	9,9	2,39	(6)	
MILO	KANKAN (Guinée)	1987	9,6	133	437	1,08	0,52	0,39	0,84	7,42	0,37	-	5,65	16,3	21,3	1,29	(1)	
TINKISSO amont	DABOLA (Guinée)	1987	6,4	50	246	0,72	0,23	0,66	0,58	6,93	0,11	-	3,33	12,5	8,0	2,05	(1)	
SENEGAL	BAKEL (Sénégal)	1979-87	218	308	44,6	0,076	0,076	0,080	0,16	1,05	0,067	0,071	0,374	1,92	10,3	2,76	(1+7)	
SENEGAL aval	DAGANA (Sénégal)	1981/82/83	270	374	43,7	0,084	0,079	0,076	0,15	1,06	0,058	-	0,334	1,85	10,6	3,13	(8)	
FALEME aval	KIDIRA (Sénégal)	1979-85	28,9	57	62,2	0,17	0,14	0,15	0,35	2,01	0,23	0,07	0,610	3,73	16,6	3,24	(1)	
GAMBIE amont	KEDOUGOU (Sénégal)	1987	7,5	59	249	0,33	0,25	0,38	0,91	5,42	0,20	-	2,80	10,30	7,9	1,92	(1)	
GAMBIE	GOULOMBOU (Sénégal)	1983/84	42	60	45,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	2,1	-	(9)	
LOGONE CHARI amont	LAI, MANDA, SAHR (Tchad)	1955/56 à 1974/75	330	1270	121	0,34	0,21	0,22	0,43	3,42	-	-	2,41	7,10	9,9	1,40	(10)	
LOGONE CHARI aval	NDJAMENA (Tchad)	1955/56 à 1974/75	600	1183	62,2	0,18	0,12	0,12	0,25	2,01	-	-	1,36	4,10	4,7	1,46	(10)	
OUIHAM	BATANGAFO (RCA)	1969-70	44,7	326	230	0,64	0,46	0,33	0,55	5,45	-	-	4,94	12,93	9,3	1,08	(11)	
OUBANGUI	BANGUI (RCA)	1987	500	2840	179										5,8	1,42	(12)	
		1988/89				0,36	0,28	0,24	0,58	3,40	0,14	0,14	2,36	7,60			(13)	
Tropical contrasté	-	-	6900	35190	161	0,81	0,30	0,42	1,00	5,35	0,68	0,43	2,35	11,4	-	2,24	(14)	
Tropical humide	-	-	4900	55860	360	1,80	0,60	1,30	3,00	16,50	1,50	1,40	4,15	30,3	-	3,92	(14)	

R_m = (HCO₃⁻)(SiO₂) (mol/mol) ; TDS sans COD

(1) ORANGE (1992) ; (2) cette étude ; (3) GOURCY (1996) ; (4) CAMAIL *et al.* (1987) ; (5) GALLAIRE (1995) ; (6) MARTINS et PROBST (1991) ; (7) KATTAN *et al.* (1987) ; (8) GAC et KANE (1986a, 1986b) (9) LÓ (1984) ; (10) GAC (1980) ; (11) GAC et PINTA (1973) ; (12) OLIVRY *et al.* (1988) ; (13) PROBST *et al.* (1992) ; (14) MEYBECK (1979)

Ces valeurs renseignent sur la **quantité des transports solides dissous (TDS ou Total des Solides Dissous) et des solides particuliers (TSS ou Total des Solides en Suspension) de la Falémé à la station de Kidira**. Elles permettent d'établir une estimation de l'altération des sols sur le bassin de la Falémé. Elles seront utiles, si des modèles de transport de matières sont établis pour renseigner sur la dissémination des polluants dans la Falémé.

Cet article met en évidence une **très bonne corrélation entre la conductivité mesurée et la somme des cations** et l'étude vérifiera si cette corrélation peut, aussi, être faite pour les eaux de la Falémé.

1.3 Kolya (Sénégal)

Publication étudiée: GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018, Senegalese artisanal gold mining leads to elevated total mercury and methylmercury concentrations in soils, sediments and rivers, *Elem. Sci. Anth.* 6: 11

Dans cette étude, effectuée en mai 2016, avant et après la première grosse pluie, des échantillons d'eau, de sédiments et de sols ont été prélevés dans quatre villages miniers (Bantako, Kharahenna, Kolya et Sabodala). Le seul site inclus dans la mission de 2021 est celui de *Kolya*.

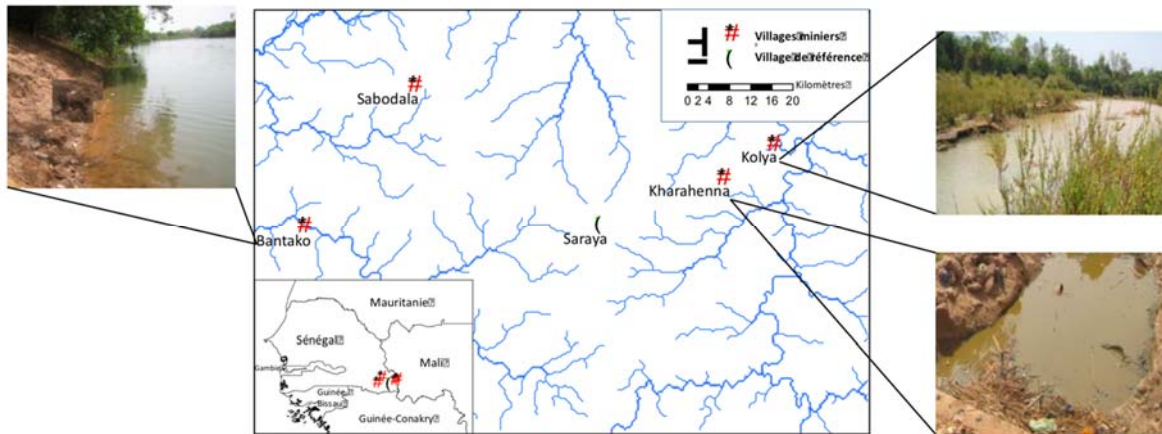


Figure 3 : Carte présentant la localisation des villages concernés par l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018

Aucune coordonnée précise n'est fournie dans l'article. Ainsi, on ignore si les échantillons d'eau de Kolya sont prélevés dans la Falémé ou un de ses affluents.

Dans ces quatre villages, les échantillons de sols ont été prélevés directement dans les huttes où les orpailleurs amalgament l'or. Les concentrations de HgT (mercure total) et MeHg (méthylmercure) ont été dosées dans des sols (n=119), des sédiments (n=22), et des eaux (n=25) dans ces quatre villages pratiquant l'orpaillage artisanal, plus une petite ville de référence (Saraya), ne pratiquant pas l'orpaillage artisanal, pour comparaison. Aucune analyse effectuée à Saraya n'est publiée dans l'article. Par contre, l'article signale l'analyse d'une eau purifiée, disponible dans le commerce qui donne des valeurs comparables à celles de ce village de référence : 7,9 ng HgT/L et 0,0066 ng MeHg/L.

Les concentrations totales en mercure dans le *site d'orpaillage artisanal de Kolya* sont présentées ci-dessous : aucune donnée dans les huttes de combustion (amalgamation), en orange sur les graphiques ; les analyses de sols sont prélevées à des distances croissantes de ces huttes en se dirigeant vers la rivière.

Notons que : (i) aucun tableau d'analyses n'est disponible dans la publication, (ii) l'auteure n'est plus joignable à l'adresse indiquée pour avoir des données complémentaires à la publication. Seul ces graphes/diagrammes et des fourchettes de valeurs données dans l'article sont utilisables (voir Tableau 2 ci-dessous).

Tableau 2 : Comparaison des concentrations en THg et MeHg dans les sols, sédiments et eaux autour des points étudiés dans l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018

Table 1: Comparison of THg and MeHg concentrations in soils, sediments, and water among ASGM studies. BDL represents below detection limit. All values are reported to two significant figures when possible. Years shown represent the year the data were published, with most data collected 1–2 years prior to publication. Summary values for each continent are provided as the first continental listing, and an overall summary is provided at the bottom of the table. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.274.t1>

Year	Country	SOIL		SEDIMENT		RIVER WATER		Citation
		THg Concentration (µg/g)	MeHg Concentration (ng/g)	THg Concentration (µg/g)	MeHg Concentration (ng/g)	THg Concentration (ng/L)	MeHg Concentration (ng/L)	
AFRICA		range: BDL-130	range: BDL-160	range: BDL-100	range: BDL-75	range: BDL-11,000	range: BDL-68	
2000	Tanzania			range: 0.17–5.4				Van Straaten
2000	Zimbabwe			range: 0.1–0.7		range: 20–650		Van Straaten
2005	Tanzania	range: 0.005–8.9		range: 0.04–2.8		range: 10–70		Taylor et al
2006	Ghana	range: BDL-5.5	range: BDL-160	range: 0.002–2.9, ave: 0.14	range: BDL-75, ave: 11	range: BDL-460, ave: 160	range: BDL-20, ave: 1.4	Donkor et al
2008	Tanzania			range: 0.03–2.3				Chibunda et al
2011	Ghana			range: 0.13–4.9		range: 110–1300		Nartey et al
2014	Kenya	range: 0.02–1.1, ave: 0.14, med: 0.1		range: 0.03–2.4, ave: 0.43, med: 0.23				Oduomo et al
2014	Senegal			range: 6–10				Niane et al
2014	South Africa			range: 0.010–100	BDL-13			Lusilao-Makiese et al
2015	Ghana			range: BDL-2.6, ave: 0.1		range: BDL-11,000, ave: 5300		Adjei-Kyereme et al
2016	Senegal	range: 0.050–130, med: 0.68	range: 0.052–48, med: 0.78	range: 0.059–3.4, med: 0.82	range: 0.13–19, med: 4.3	range: 2.5–2400, med: 22	range: 0.0066–68, med: 0.037	This study
ASIA		range: 0.3–76	range: 0.1–16	range: BDL-1200	range: BDL-12	range: BDL-2,900,000	range: BDL-250	
1999	Philippines			max: 62		max: 2,900,000		Appleton et al
2000	Philippines			range: 0.55–66		range: 73,000–78,000		Akagi et al
2005	Indoneisa	range: 0.3–5		range: 3–40		range: 100–250		Limbong et al
2006	China	range: 0.3–76, ave: 4.7	range: 0.1–16, ave: 2.5	range: BDL-1200, ave: 30	range: BDL-12, ave: 2.0	range: 240–880,000, ave: 5900	range: BDL-250, ave: 7.9	Feng et al

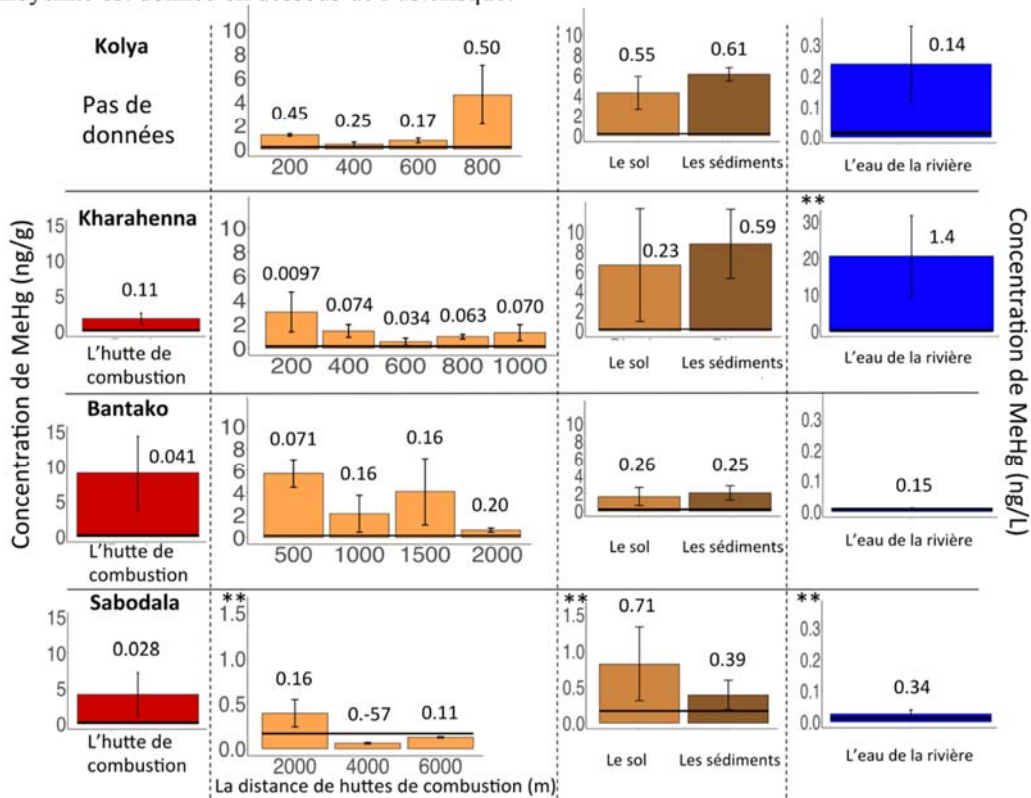
(contd.)

L'article affirme que les concentrations médianes les plus élevées de HgT dans les sols et les sédiments ont été trouvées à *Kolya* (n = 141, 2,3 µg de HgT/g). Cependant, à la lecture des diagrammes (et sans tableau d'analyse), le site de Karahenna a les sols et les sédiments les plus chargés en HgT (inversion d'échantillons ??).

Les concentrations totales en méthylmercure dans le site d'orpaillage artisanal de *Kolya* sont présentées ci-dessous :

Figure 4 : Diagramme présentant les concentrations totales en mercure dans les quatre sites d'orpaillage artisanal mesurées dans les sols, sédiments et dans l'eau extrait de l'étude de GERSON J.R., DRISCOLL C.T., HSU-KIM H., BERNHARDT E., 2018

Figure 4: Les concentrations en MeHg aux quatre sites d'orpaillage artisanal mesurées dans les sols (n=119), les sédiments (n=22) et l'eau (n=25). Les sites d'orpaillage artisanaux sont disposés par ordre de distance, depuis la hutte le long de la ligne la reliant à la rivière. Les valeurs présentées au dessus des barres représentent le pourcentage de Hg en tant que MeHg à ce site d'échantillonnage. La ligne noire représente les concentrations HgT mesurées dans le village de référence. Une astérisque signifie que la valeur de cette barre continue au-delà de l'axe, et la valeur moyenne est donnée en dessous de l'astérisque.



L'article conclut que les concentrations médianes les plus élevées de MeHg dans les sols et les sédiments ont été trouvées à Kolya (n = 141, 2,7 ng de MeHg/g). Cependant, à la lecture des diagrammes (et sans tableau d'analyse), il semblerait que ce soit le site de Karahenna qui ait les sols et les sédiments les plus chargés en MeHg. Il est donc possible qu'il y ait une inversion des échantillons.

Pour les sols, tous les sites dépassent les niveaux recommandés pour le sol par l'USEPA - U.S. Environmental Protection Agency - (0,1 microg/g de HgT).

Pour l'eau de la rivière, l'article conclut que le site de Kolya, dépasse la norme de l'OMS de 1000 ng/L pour HgT [OMS, 1976]. Il observe que cette teneur est particulièrement élevée compte tenu du débit élevé de la rivière à Kolya, même si elle possède un grand bassin hydrographique qui comprend probablement d'autres sources d'orpaillage artisanal. A la lecture des diagrammes de la publication (et sans tableau de données) n'y a-t-il pas inversion entre les sites de Karahenna et de Kolya ?

Comme attendu, les concentrations les plus élevées de HgT mesurées dans chaque village proviennent d'échantillons prélevés dans les huttes de combustion, mais la forme neurotoxique de MeHg est la plus élevée dans les sédiments de rivière.

En conclusion, cette étude démontre que le mercure provenant de l'orpaillage artisanal au Sénégal entre dans les écosystèmes terrestres et aquatiques, que cela ne se limite pas à la proximité de la hutte de combustion, et que le mercure présente des concentrations extrêmement élevées dans tous les milieux. Il montre également que si le mercure émis est sous forme de mercure élémentaire, il est converti en MeHg, forme neurotoxique et disponible pour les organismes dans l'environnement.

1.4 Mercure et méthylmercure (Gambie)

Publication étudiée : NIANE B., MORITZ R., GUEDRON S., NGOM P.M., PFEIFER H.R., MALL I., POTE J., 2014, Effect of recent artisanal small-scale gold mining on the contamination of surface river sediment: Case of Gambia River, Kedougou region, southeastern Senegal, J. Geochim. Explor. 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.03.028>

Publication étudiée: NIANE B., GUEDRON S., FEDER F., NGOM P.M., 2019a, Impact of recent artisanal small-scale gold mining in Senegal: Mercury and methylmercury contamination of terrestrial and aquatic ecosystems, Science of the Total Environment, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.108>

Ces deux publications de Niane et al., 2014, 2019a, étudient la pollution au mercure et au méthylmercure mais dans la région de la Gambie. Des **échantillons de sols, de sédiments et d'eau** ont été analysés dans des zones **proches des sites d'orpaillage** artisanal. Les auteurs concluent que cette activité d'orpaillage est bien responsable d'une pollution au mercure, en se basant sur **le facteur d'enrichissement** qui a été calculé sur les différents sites (en utilisant le mercure comme élément mobile et le scandium comme élément immobile - pourquoi le scandium ? alors que l'usage veut que Al ou Si sont généralement choisis pour faciliter la comparaison entre les publications). Les auteurs observent que ce facteur d'enrichissement **est supérieur à la saison sèche, comparé à celui en saison des pluies, les pluies provoquant une dilution.**

Publication étudiée: NIANE B., DEVARAJANB N., POTE J., MORITZ R., 2019b, Quantification and characterization of mercury resistant bacteria in sediments contaminated by artisanal small-scale gold mining activities, Kedougou region, Senegal, J. Geochemical Exploration 205 (2019) 106353, <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.106353>

Cette publication de Niane et al., 2019b, concerne encore la région de la Gambie, polluée au mercure par l'orpaillage, mais les auteurs s'intéressent aux teneurs en mercure de bactéries retrouvées sur les sites d'orpaillage. Le Tableau 3, tiré de la publication, indique des concentrations en mercure de sédiments, teneurs assez hautes de 2,4 à 6,2 mg/kg. Mais ces valeurs concernent la Gambie et non la Falémé.

Tableau 3 : Concentration de mercure dans les échantillons de l'étude de NIANE, DEVARAJANB N., POTE J., MORITZ R. 2019b

Total mercury (THg) concentration of the host sediment, heterotrophic plate count and Hg-resistant bacteria isolated from contaminated and uncontaminated sediments of Gambia River.

Sampling site	THg in sediment (mg kg ⁻¹)	Total bacteria (CFU g ⁻¹)	Hg resistant bacterial count expressed in colony forming units per gram (CFU g ⁻¹)					
			9 ^a	10 ^a	12 ^a	15 ^a	17 ^a	18 ^a
Samekouta	0.06	4.65 × 10 ⁸	0.6 × 10 ²	0	0	0	0	0
Bantako	4.2	1.23 × 10 ⁸	10.1 × 10 ²	0	0	0	0	0
Tinkoto	2.4	3.7 × 10 ⁶	3.3 × 10 ²	0	0	0	0	0
Sabodala	6.23	4.9 × 10 ⁷	7.2 × 10 ³	5.6 × 10 ³	4.8 × 10 ³	1.2 × 10 ³	6.1 × 10 ²	0

^a Concentration of Hg (mg L⁻¹) amended solid medium to determine the MIC. In bold the MIC values. MIC (Minimum Inhibitor Concentration). In bold MIC for all studied sites.

1.5 Mercure de la mine de Loulo à Goukoto (Mali)

Publication étudiée: DIARRA H.B., 2014, Designing a treatment system for the underground effluent at Loulo Gold Mine (Mali, West Africa), These Delft University of Technology, The Netherlands, 143p.

Cette thèse étudie l'impact des rejets de la mine de Loulo (située au Mali) dans la Falémé et propose un système de traitement des effluents pour abaisser la charge minérale des effluents de la mine ainsi que leur teneur en nitrates.

Les **prélèvements ont été effectués dans la Falémé en juillet 2014**, afin d'évaluer la qualité des eaux de cette rivière. Les analyses ont concerné l'eau, des sédiments et des poissons. Les échantillons prélevés sont reportés dans le Tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : liste des points de prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de DIARRA H.B, 2014

Site	Description	Water	Sediment	Fish Tissue
FL1	Falémé River downstream of Loulo operation (weir)	√	√	√
FL2	Falémé River upstream of operation	√	√	√
GR1	In the lower reaches of the Garra Dam adjacent to the Loulo camp	√	√	√
GR2	At the Garra River bridge downstream of the local orpailleurs (artisanal miners)	√	√	√
GK1	Falémé River downstream of Goukoto operation	√	√	
GK2	Falémé River upstream of Goukoto operation	√	√	
PC1	Surface settlers (referred to as Settling ponds)	√	√	
PC-UP	Immediately Upstream of the discharge area into the Falémé River	√	√	
PC-DWN	Immediately Downstream of the discharge area into the Falémé River	√	√	

L'auteur ne précise pas les coordonnées des points de prélèvements dans la Falémé :

- FL1 et FL2 en amont et en aval de la mine de Loulo ;

- GK1 et GK2 amont et en aval de la mine de Goukoto (située au Mali) ;
- PC-UP et PC-DWN en amont et en aval de l'exutoire des effluents de la mine de Loulo.

Il situe ces points sur les images satellites ci-dessous :

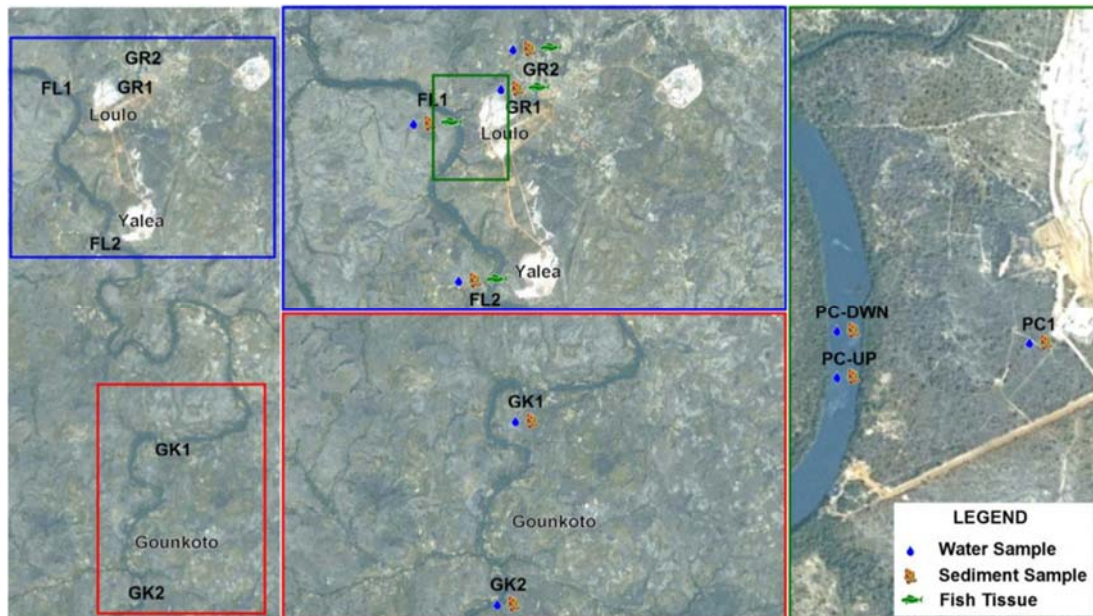


Figure 5 : Images satellites indiquant la localisation des prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de DIARRA H.B, 2014

Les résultats des mesures dans les eaux de la Falémé et dans la zone d'étude, en 2014, sont les suivants :

- pH : 7,3 en amont de Goukoto ;
- 7,8 en aval de Goukoto ;
- température : 30°C en moyenne ;
- conductivité :
 - en aval du village de Sansanba (orpaillage artisanal) : 73 microS/cm (valeur assez basse) ;
 - à l'emplacement du "Border Bridge site" (site non décrit dans la thèse, mais probablement le pont de Moussala Frontière) : 115 microS/cm ;
- concentration en oxygène dissous (DO) : 2,4 à 7,2 mg/l.

L'analyse chimique des métaux dans les eaux de la Falémé est reportée dans le Tableau 5 :

Tableau 5 : Résultat de l'analyse chimique des échantillons d'eau de l'étude de DIARRA H.B, 2014 (mg/L)

Guideline	6-9	<200	<6*	<6*	<0.2	<0.01	<0.1	<0.012	N/A	<0.15	<0.006	<0.01	<0.18	<0.002
Description	pH*	SO4	NO2	NO3	NH3	As	Cu	Cr	Co	Cd	Hg	Pb	Mn	Zn
Upstream GK	7.3	1	<0.05	<0.06	0.22	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.031	0.021
Midstream GK	7.4	2	<0.05	0.52	0.18	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.02	0.009
Downstream GK	7.3	5	<0.05	0.22	0.19	0.002	0.006	0.004	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.0008	0.045	0.009
Sasanba DS	7	9	0.11	3.07	0.15	0.24	0.054	0.089	0.058	0.0004	0.003	0.1	1.42	0.083
Faleme Weir	7.7	4	<0.05	0.65	0.49	0.003	0.003	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.01	0.005

L'analyse chimique des métaux dans les sédiments est reportée dans le Tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Résultat de l'analyse chimique (mg.kg⁻¹) des échantillons de sédiments de l'étude de DIARRA H.B, 2014

Description	As	Cu	Cr	Co	Cd	Pb	Mn	Zn	Al	Fe	Hg
UPSTREAM GK	4	8.4	37	5	<0.3	4	120	11	4300	14000	<0.06
MIDSTREAM GK	410	62	97	8.5	0.4	8	210	24	2900	35000	0.1
DOWNSTREAM GK	16	8.8	33	3.8	<0.3	3	110	10	3100	13000	<0.06
SASAMBA ARTISINAL STREAM	260	22	38	11	<0.3	10	270	25	4300	24000	1
DS SASAMBA	320	30	89	19	0.4	15	820	19	4600	53000	0.5
WEIR FALEME	6	14	240	9.2	<0.3	9	140	16	4100	54000	<0.06

En rouge, les valeurs au-dessus des normes. En jaune, les valeurs élevées.

Aucune coordonnée précise des points n'est donnée.

Les concentrations mesurées, dans les eaux et dans les sédiments, sont fournies sans barre d'erreur.

1.6 Production artisanale d'or à Kédougou et Tambacounda (Sénégal)

Publication étudiée : RAPPORT de l'ANSD, 2018, Rapport de l'étude monographique sur l'orpaillage au Sénégal, 48p.

Ce rapport contient des informations sur la production artisanale d'or au Sénégal, dans les régions de Kédougou et Tambacounda. Il y distingue trois types d'activités :

- Extraction du minerai d'or : 6170 unités dans la région de Kédougou et 102 dans celle de Tambacounda ;
- Concassage et broyage : 1337 unités ;
- Orpaillage alluvionnaire : 1216 unités.

Tableau 7 : Répartition des unités de production artisanale d'or, par commune, au Sénégal, selon le rapport de l'ANSD, 2018

Communes	nombre	pourcentage
Bandafassi	276	4,4%
Bembou	1 530	24,4%
Khossanto	470	7,5%
Madina Baffe	232	3,7%
Missirah Sirimana	2 772	44,2%
Sabodala	439	7,0%
Sadatou	100	1,6%
Tomboronkoto	453	7,2%
TOTAL	6 272	100%

Tableau 8 : Répartition des unités de production alluvionnaire, par commune, au Sénégal, selon le rapport de l'ANSD, 2018

Communes	Nombre	Pourcentage
Khossanto	266	22,0%
Missirah	17	1,4%
Nenefesha	110	9,0%
Sabodala	274	22,5%
Tomboronkoto	549	45,1%
TOTAL	1 216	100,0%

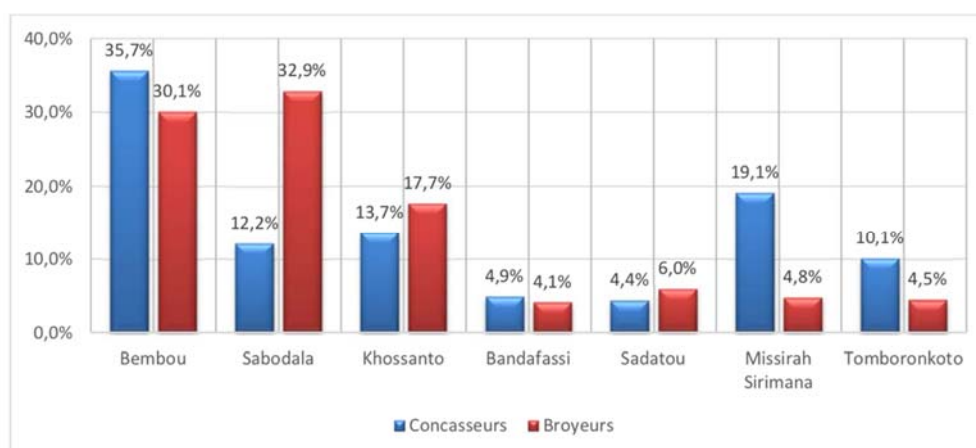


Figure 6 : Graphique montrant la répartition des unités de production de l'activité de broyage / concassage par commune, selon le rapport de l'ANSD, 2018

Les lieux d'activités ne sont pas précisément localisés dans ce rapport. Il est alors impossible de les situer par rapport à la Falémé, sans un travail liminaire de positionnement sur une carte.

L'étude indique qu'en 2017 l'activité d'orpaillage a produit 4,3 tonnes d'or :

- 4,0 tonnes pour l'activité d'extraction du minerai d'or ;
- 341 kilogrammes pour l'orpaillage alluvionnaire.

A nouveau, restons prudents sur ces évaluations qui ne sont que des estimations.

De même, la quantité totale annuelle de mercure (Hg) et cyanure (CN) utilisée est estimée :

- 667,4 kilogrammes Hg ;
- 3,8 kilogrammes CN.

La précision de l'estimation à l'hectogramme près est étonnante.

1.7 L'extraction artisanale d'or à petite échelle (Sénégal)

Publication étudiée : RAPPORT ONU, octobre 2019, Estimations initiales nationales du secteur de l'extraction artisanale et à petite échelle d'or au Sénégal conformément à la Convention de Minamata sur le mercure, 42p.

Cette étude s'est déroulée durant six mois, de décembre 2017 à mai 2018. Elle fournit une liste de 61 sites d'orpaillage (ou sites EMAPE : Exploitation Minière Artisanale et à Petite Echelle), sans les localiser précisément. Ils sont distribués dans deux régions :

- Kédougou : environ 25000 orpailleurs ;
- Tambacounda : environ 6000 orpailleurs.

L'étude a estimé qu'environ 5,2 t/an de mercure sont utilisées :

- Kédougou : environ 3,9 t/an Hg ;
- Tambacounda : 1,3 t/an Hg.

Ces valeurs sont fondées sur une activité informelle qui par nature ne tient aucune comptabilité et souhaite rester en marge des normes administratives. Pour ces raisons, il faut rester prudent quant à leur utilisation.

La collecte des données a été réalisée en utilisant les moyens suivants :

- Entretiens ou enquêtes / questionnaires structurés (les questionnaires ne sont pas fournis dans ce rapport ONU) ;
- Observation directe et comptage ;
- Mesures physiques ;
- Collecte d'informations géographiques (GPS).

L'équipe a interrogé des :

- Représentants des ministères de l'Environnement, des Mines et de la Santé ;
- Syndicats régionaux d'orpailleurs ;
- Responsables communautaires ;
- Responsables des sites et des orpailleurs (hommes et femmes) ;
- Transporteurs de minerai ;
- Acheteurs d'or ;
- Vendeurs de mercure.

Deux cartes localisent les sites dans les deux régions :

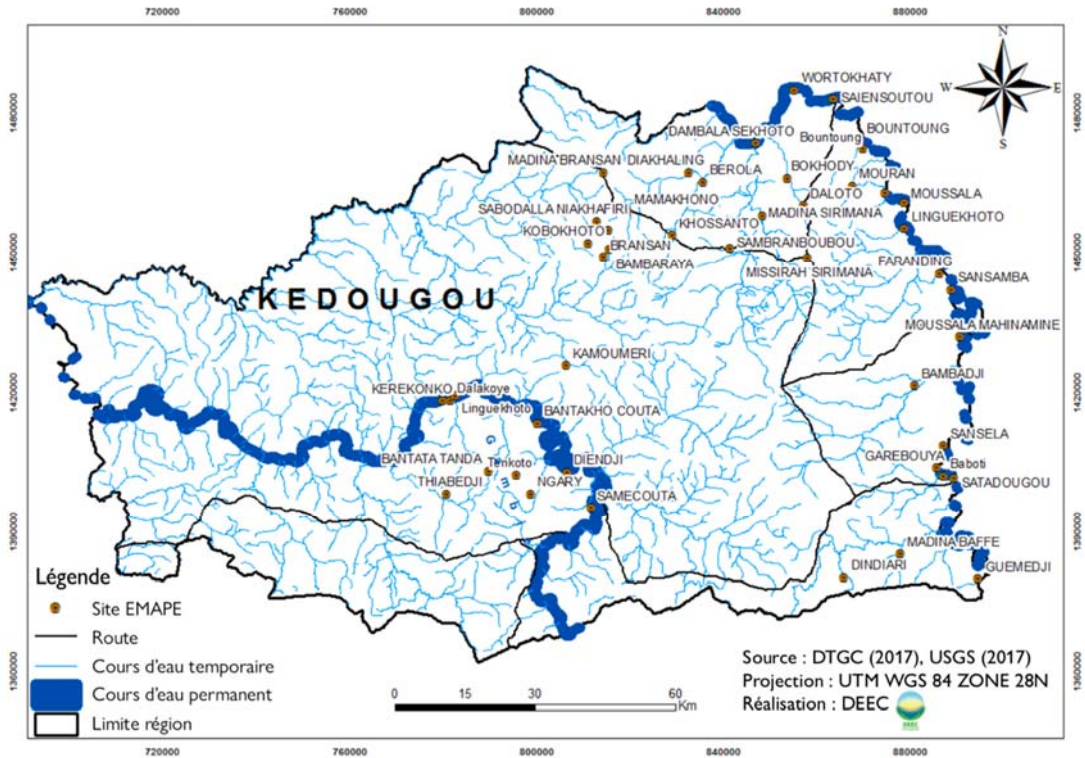


Figure 7 : Carte de la répartition des sites EMAPE dans la région de Kédougou

Source : Rapport de l'ONU, 2019

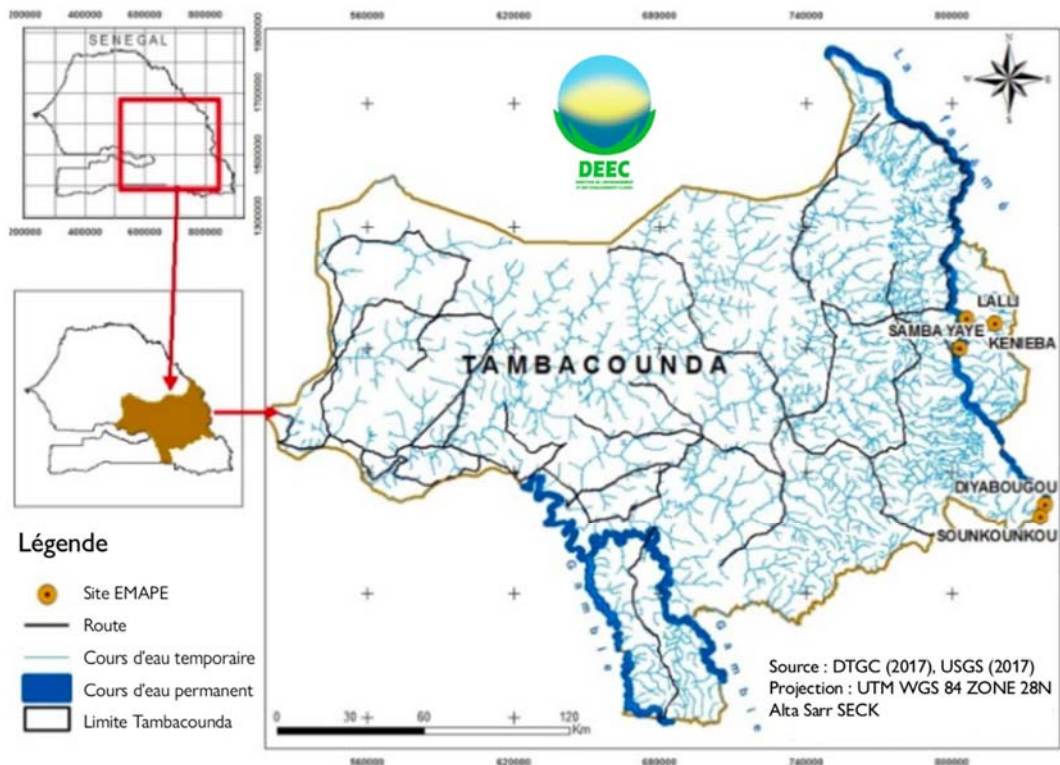


Figure 8 : Carte de la répartition des sites EMAPE dans la région de Tambacounda

Source : Rapport de l'ONU, 2019

La liste des sites d'orpaillage artisanal (sans coordonnées géographiques) publiée est la suivante :

Tableau 9 : Liste des sites visités dans la région de Kédougou et Tambacounda pour l'établissement du rapport de l'ONU, 2019

N°	Date	Sites	Commune	Département	Région
1	16/12/17	Tomboronkoto	Tomboronkoto	Kédougou	Kédougou
2	17/12/17	Kérékonko	Tomboronkoto	Kédougou	Kédougou
3	17/12/17	Dalakoye	Tomboronkoto	Kédougou	Kédougou
4	17/12/17	Ngari	Tomboronkoto	Kédougou	Kédougou
5	19/12/17	Sékoto	Tomboronko	Kédougou	Kédougou
6	19/12/17	Thiabedji	Banda Fassi	Kédougou	Kédougou
7	20/12/17	Samécouta	Banda Fassi	Kédougou	Kédougou
8	13/02/2018	Baitilaye	Bandafassé	Kédougou	Kédougou
9	14/02/2108	Bantaco	Khossanto	Saraya	Kédougou
10	14/02/2018	Djidjan	Khossanto	Saraya	Kédougou
11	14/02/2018	Sambranbougou	Sabadola	Saraya	Kédougou
12	15/02/2018	Branssan	Missirah Sirimana	Saraya	Kedougou
13	15/02/2018	Douta	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
14	15/02/2018	Khossanto	Khossanto	Saraya	Kédougou
15	17/02/2018	Dambala	Bembou	Saraya	Kédougou
16	17/02/2018	Mouran	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
17	18/02/2018	Bokhodi	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
18	18/02/2018	Dalato	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
19	20/02/2018	Bondala	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
20	20/02/2018	Saensoutou	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
21	21/02/2018	Moussala	Bembou	Saraya	Kédougou
22	21/02/2018	Kharakéna	Bembou	Saraya	Kédougou
23	22/02/2018	Ségnakha	Bembou	Saraya	Kédougou
24	22/02/2018	Lafia	Khossanto	Saraya	Kédougou
25	25/02/2018	Tenkoto Ding	Bandafassi	Kédougou	Kédougou
26	25/02/2018	Diagri	Bembou	Saraya	Kédougou
27	14/04/2108	Madina Bafé	Bembou	Saraya	Kédougou
28	12/04/2018	Filikhambi			
29	14/04/2018	Bambadji	Bembou	Saraya	Kédougou
30	14/04/2018	Garaboureya	Bembou	Saraya	Kédougou
31	15/04/2018	Boféto	Madina Baffé	Saraya	Kédougou
32	12/04/2018	Tinkoto Gamba gamba	Bembou	Saraya	Kédougou
33	14/04/2018	Koliya	Bembou	Saraya	Kédougou
34	18/04/2018	Satadougou	Khossanto	Saraya	Kédougou
35	18/04/2018	Fadougou Kourgué	Madina Baffé	Saraya	Kédougou
36	18/04/2018	Boboti	Bembou	Saraya	Kédougou
37	12/04/2018	Faranding	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
38	15/04/2018	Sansamba	Bembou	Saraya	Kédougou

N°	Date	Sites	Commune	Département	Région
39	20/05/2018	Madina Diakhaba	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
40	22/05/2018	Kéniékéniébandi	Khossanto	Saraya	Kédougou
41	22/05/2018	Djéboun	Khossanto	Saraya	Kédougou
42	23/05/2018	Bérola	Khossanto	Saraya	Kédougou
43	23/05/2018	Kobokoto	Khossanto	Saraya	Kédougou
44	24/05/2018	Wassangra	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
45	24/05/2018	Bountoun	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
46	26/05/2018	Kanouméring	Tomboronkoto	Kédougou	Kédougou
47	28/05/2018	Tenkoto	Sabodala	Saraya	Kédougou
48	29/05/2018	Sansela	Bembou	Saraya	Kédougou
49	29/05/2018	Moussala Kéniéto	Missirah Sirimana	Saraya	Kédougou
50	19/05/2018	Soréto	Sadatou	Bakel	Tambacounda
51	19/05/2018	Diabougou	Sadatou	Bakel	Tambacounda

1.8 Quantités d'or et de mercure dans les sites d'orpaillage (Sénégal)

Publication étudiée : RAPPORT ONU, Novembre 2019, Plan d'action national visant à réduire et éliminer l'usage du mercure dans l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or au Sénégal, 81p.

Ce rapport publie des chiffres pour l'inventaire des quantités d'or extraites dans les régions de Kédougou et Tambacounda, ainsi que des quantités de mercure utilisées.

Ainsi l'orpaillage aurait produit 3952,31 kg/an d'or répartis entre ces deux régions :

- Kédougou: 2983,65 kg/an Au ;
- Tambacounda: 968,66 kg/an Au.

Environ 5261,76 kg/an de mercure auraient été utilisés entre :

- Kédougou: 3934,69 kg/an Hg ;
- Tambacounda: 1327,07 kg/an Hg.

Avec ces chiffres il est estimé que le ratio moyen Hg/Au au Sénégal est de 1,34/1 avec une valeur de 1,37/1 pour Kédougou et 1,31/1 pour Tambacounda. Ces chiffres, déjà publiés dans le rapport ONU d'octobre 2019 (référence précédente) ne sont que des estimations. La précision au décagramme près est superflue, car la marge d'erreur est certainement importante vu que ces quantités viennent du secteur informel.

Dans ce rapport, les deux mêmes cartes de situation des sites EMAPE (orpaillage) sont publiées. En outre, une autre carte est publiée et présentée ci-dessous, avec la localisation des **sites d'orpaillage sur la Falémé**. Aucune coordonnée géographique n'est fournie.

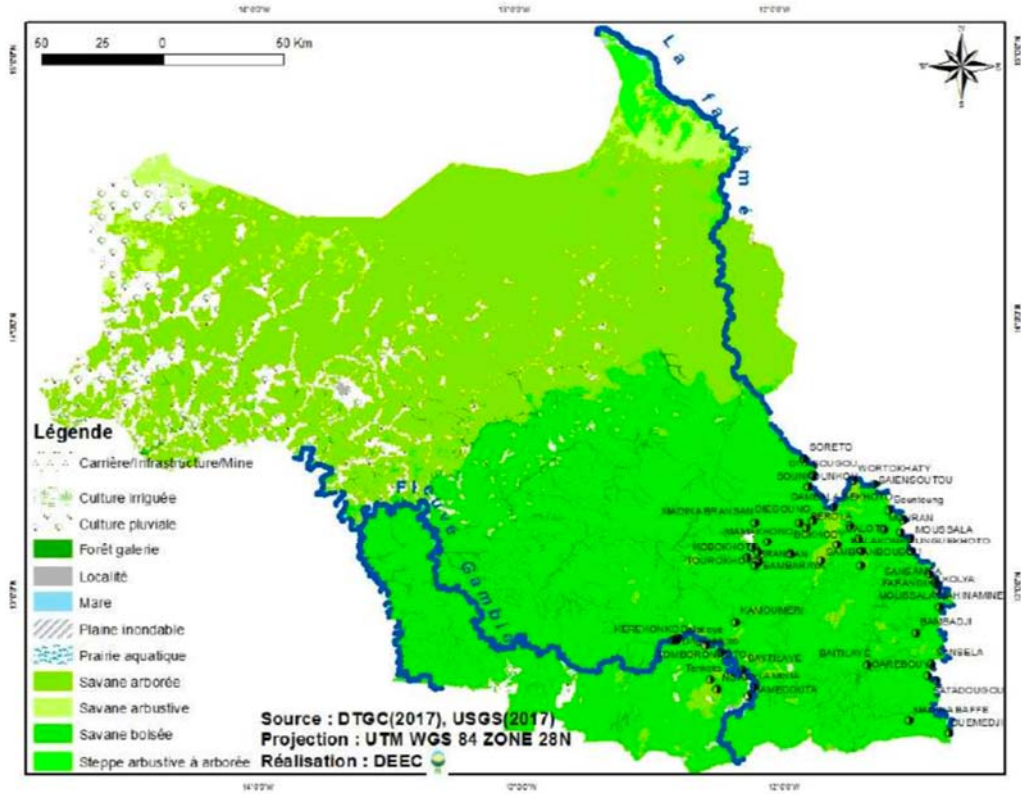


Figure 9 : Carte de distribution des sites d'EMAPE dans le parc du Niokolo-Koba

Un zoom de cette même carte est présenté :

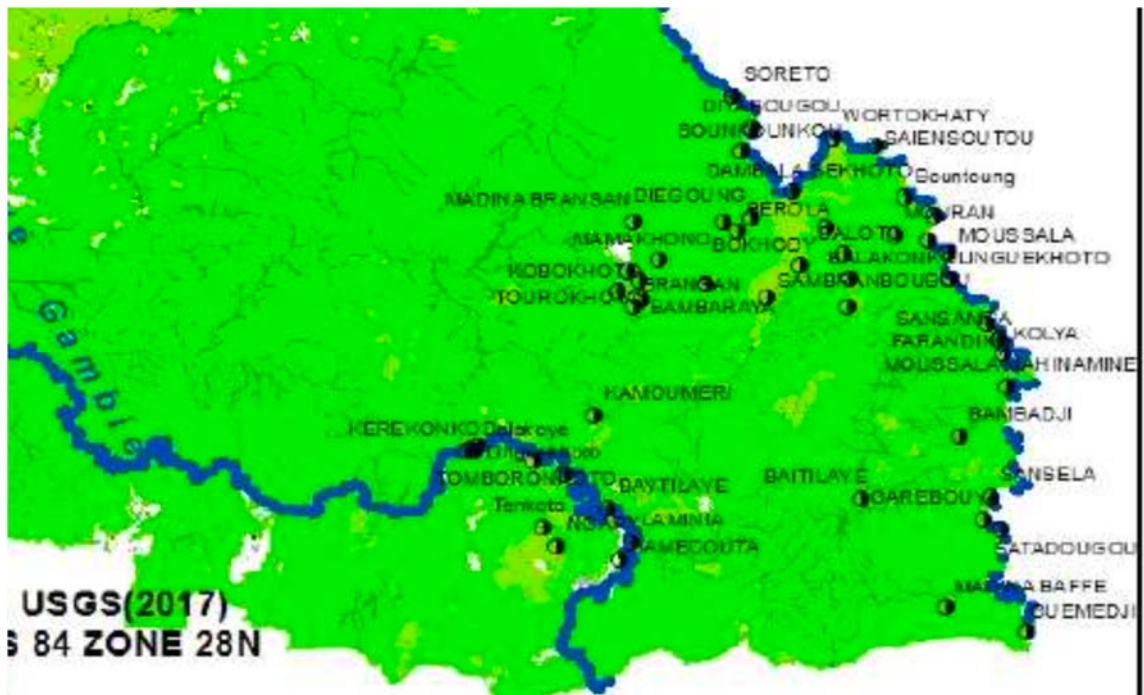


Figure 10 : Zoom de la carte de la Figure 9

1.9 Qualité des eaux aux 3 stations Kidira, Gourbassy, Fadougou (Sénégal)

Publication étudiée : RAPPORT d'ETUDE OVMS, CNR HYDRECO Guyane, Agence de l'eau Rhône, Méditerranée, Corse, Juin 2019, Opérationnalisation du réseau Qualité du fleuve Sénégal, 96p.

Ce rapport présente un diagnostic du suivi de la qualité des eaux de surface sur le bassin du fleuve Sénégal avec **une partie relative à la Falémé**. En termes de qualité des eaux, des structures organisées pour la collecte existent, des laboratoires d'analyse existent également mais les **capacités de prélèvement et de transport des échantillons sont globalement insuffisantes** pour permettre l'obtention de résultats fiables. En outre, l'absence de capacité d'analyse de certains métaux lourds, notamment le mercure, est problématique au regard des activités d'orpaillage, et notamment sur le bassin versant de la Falémé.

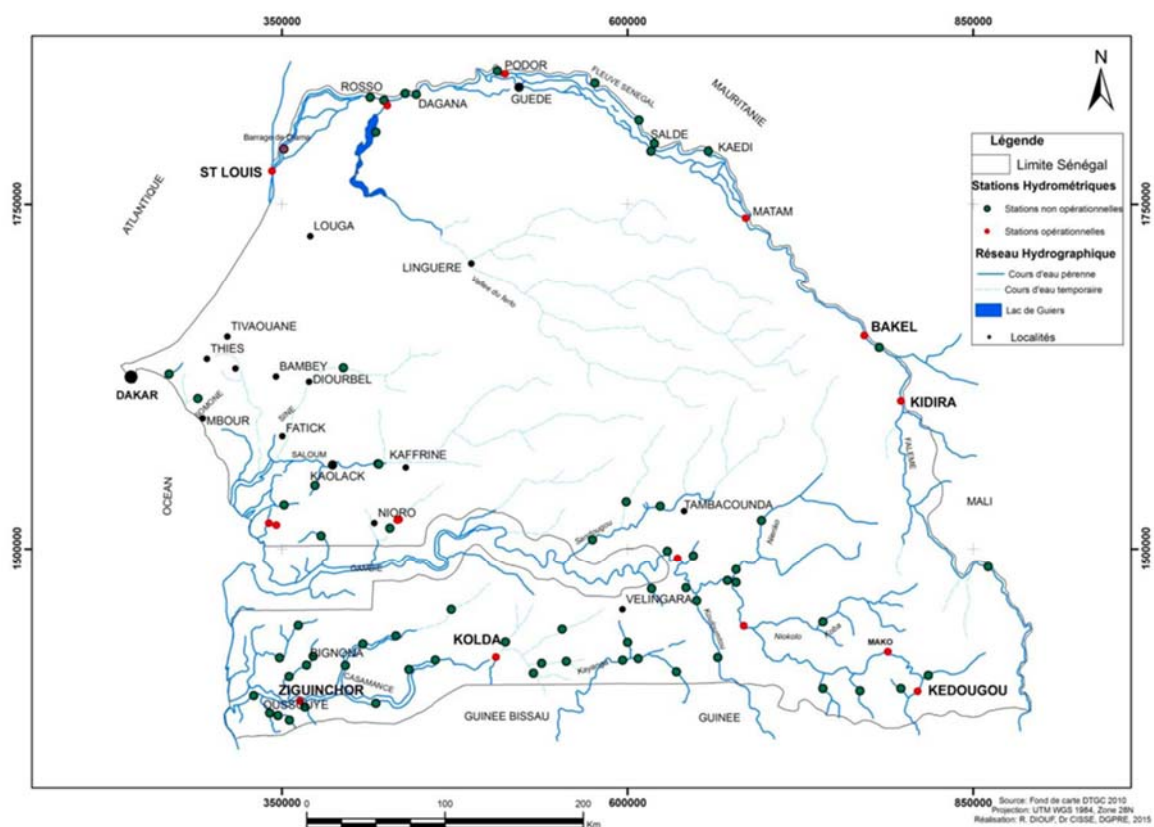


Figure 11 : Carte du réseau de suivi hydrométrique de la GDPRE

Source rapport d'étude OMVS, CNR Hydreco Guyane, 2019

Ci-dessous, un agrandissement de cette carte montre le peu de stations concernant la zone d'étude : *Kidira* et *Gourbassy* (non nommée et aussi appelée Sayansoutou).



Figure 12 : Zoom de la carte présentée en Figure 11

Dans ce même rapport une autre carte des stations surveillées est présentée, avec cette fois-ci, trois stations : *Kidira*, *Gourbassi* et *Fadougou* (voir l'agrandissement de la carte ci-dessous).

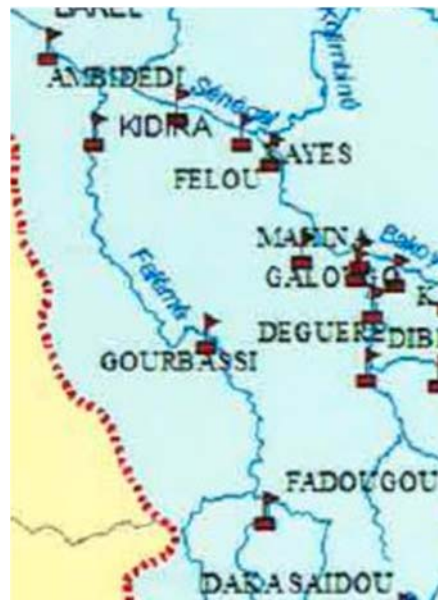


Figure 13 : Carte des stations surveillées pour le rapport d'étude OMVS, CNR Hydreco Guyane, 2019

Dans les tableaux du rapport, ces stations sont répertoriées avec des coordonnées géographiques :

Tableau 10 : Coordonnées géographiques des stations

Station	Bassin	Rivière	Latitude	Longitude
Fadougou	Sénégal	Falémé	12,51	-11,38
Gourbassy	Sénégal	Falémé	13,39	-11,64
Moussala	Sénégal	Falémé	12,51	-11,31

Notons que la station Moussala sur la Falémé au Sénégal a les coordonnées suivantes : 11°30 pour la longitude et 13°11 pour la latitude. Tandis que les coordonnées du tableau correspondent à un « Moussala » situé sur la Falémé, mais au Mali.

Ce rapport ne publie **aucune analyse des eaux**.

1.10 Les rejets de la mine de Loulo dans la Falémé (Mali)

Publication étudiée : RAPPORT OMVS Haut-Commissariat, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.1, 107p.

Publication étudiée : RAPPORT OMVS Haut-Commissariat, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.2, 87p.

Publication étudiée : RAPPORT OMVS Haut-Commissariat, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.3, 60p.

Ces trois rapports (volumes 1, 2 et 3) présentent la conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal.

Le premier volume présente une analyse du dispositif actuel de suivi et d'analyse de la qualité des eaux, les indicateurs et paramètres pertinents de suivi de la qualité des eaux.

Le deuxième volume présente les modalités de mise en œuvre du dispositif de suivi.

Le troisième volume comprend les termes de références, le questionnaire d'entretien, la bibliographie, les normes, les modèles de fiches de terrain, les techniques pour la conservation des échantillons et pour les analyses chimiques et physico-chimiques.

Il est signalé que des analyses d'eaux de la Falémé et d'eaux usées des boues d'orpaillage (= effluents miniers) ont mis en évidence une pollution par le mercure, cependant **les analyses ne sont pas fournies**.

L'utilisation du **mercure** est signalée sur les **6 sites d'orpaillage de Loulo au Mali (Dabara, Sansamba, Bantankoto, Sinsinko, Seguelani, Baboloto) où des rejets miniers se font dans la Falémé**.

Les stations hydrologiques situées sur la Falémé au Sénégal sont *Kidira, Gourbassy, Moussala et Fadougou* (voir Tableau 11). Dans ce tableau, les

coordonnées de la station de Moussala sont inexactes, elles correspondent à un Moussala situé au Mali. Au Sénégal, la station Moussala (long. 11°30 – lat. 13°11) est frontalière avec le Mali. Un pont y enjambe la Falémé, facilitant le transit des poids lourds maliens qui préfèrent cette route à celle qui traverse Kidira.

Tableau 11 : Liste des stations hydrologiques de la région de Kayes avec leurs coordonnées géographiques

Source rapport OMVS Haut Commissariat, 2012

Cours d'eau	Station	Général		
		Coordonnées		Altitude
		Long	Lat	
Térékolé	Yélimané	10°34	15°06	92,00
Lac Magui	Diabadji	11°02	14°38	50,00
Falémé	Fecola	11°22	12°30	128,00
Falémé	Kidira (Rép. Sénégal)	12°13	14°28	24,00
Karakoro	Sansagué	11°57	14°46	28,00

Falémé	Moussala	11°18	12°31	138,00	1272601610
Falémé	Fadougou	11°23	12°31	114,65	1272601603
Falémé	Gourbassy	11°38	13°24	78,00	1272601606

Dans le cadre de la conception du Système d'Information pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (SI-GIRE), un certain nombre de stations hydrologiques était prévu sur le bassin versant du fleuve Sénégal.

Il existe de nombreux sites d'orpaillage moins contrôlés tout le long de la Falémé, ils utilisent le mercure et d'autres produits chimiques (cyanures) pour l'extraction de l'or. Dans ces secteurs, il n'existe pas de réel suivi de la qualité des eaux, malgré des **rejets directs des eaux de traitement (cas du centre d'orpaillage à Sansamba)**.

1.11 Les teneurs Cu, Mn, Fe, sulfates et TDS dans les sites d'orpaillage (Mali)

Publication étudiée : BOKAR H., MARIKO A., TRATORE A.Z., BAMBA F., SEGUIS L., TRATORE A.N., FOFANA M., 2011, Overview of the hydrochemistry and water quality in areas influenced by gold mining activities in West and South Birrimian of Mali, IGCP/SIDA Project 594, Inaugural Workshop, Kitwe, Zambia, 2011, © Czech Geological Survey, ISBN 978-80-7075-119-0

Cette étude se situe au Mali et traite de l'impact de l'orpaillage sur la qualité des eaux. Elle contient 632 analyses d'eaux de surface prélevées entre 2002 et 2010 dont 200 échantillons prélevés dans les sites d'orpaillage. Des échantillons ont été prélevés dans le bassin versant Est de la Falémé (affluents de la Falémé), mais pas un seul dans la Falémé elle-même.

Aucune analyse du mercure n'a été effectuée dans cette étude, mais les analyses des anions, cations, et métaux Cu, Fe et Mn.

Cette étude révèle que, **sur les sites d'orpaillage, les concentrations en cuivre, manganèse, fer, sulfates et matières dissoutes (TDS - Total Dissolved Solid) sont plus élevées.**

1.12 Variabilité des débits dans le réseau hydrographique de la Falémé

Publication étudiée : C. FAYE (2017) Variabilité et tendances observées sur les débits moyens mensuels, saisonniers et annuels dans le bassin de la Falémé (Sénégal), *Hydrological Sciences Journal*, 62:2, 259-269, DOI: 10.1080/02626667.2014.990967

Le **réseau hydrographique de la Falémé** est décrit de façon très complète dans cet article.

L'essentiel des affluents de la Falémé est sur la rive gauche, du Nord au Sud, on rencontre : le Dendji, le Gandamaka, le Digain kiti, le Digie, le Daléma, et le Koila kabé. Le Sanankolé est le seul affluent important sur la rive droite.

Sur la période de 1954 à 2014 (période sur laquelle porte l'étude sus-citée), les données de la Direction de la Gestion et de Planification des Ressources en Eau (DGPPE) montrent qu'aux stations :

- *Kidira* (14°27'N ; 12°13'O), la lame d'eau moyenne écoulée est de 136 mm pour une lame d'eau moyenne reçue de 948 mm et un volume total de l'eau écoulée de $3,3 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$.
- *Gourbassi* (13°24'N ; 11°38'O), la lame d'eau moyenne écoulée est de 189 mm, la lame d'eau moyenne reçue de 1090 mm et le volume total de l'eau écoulée de $3,2 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$;
- *Fadougou* (12°31'N ; 11°23'O), la lame d'eau moyenne écoulée est de 257 mm pour une lame d'eau moyenne reçue de 1235 mm et un volume total de l'eau écoulée de $2,4 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1}$.

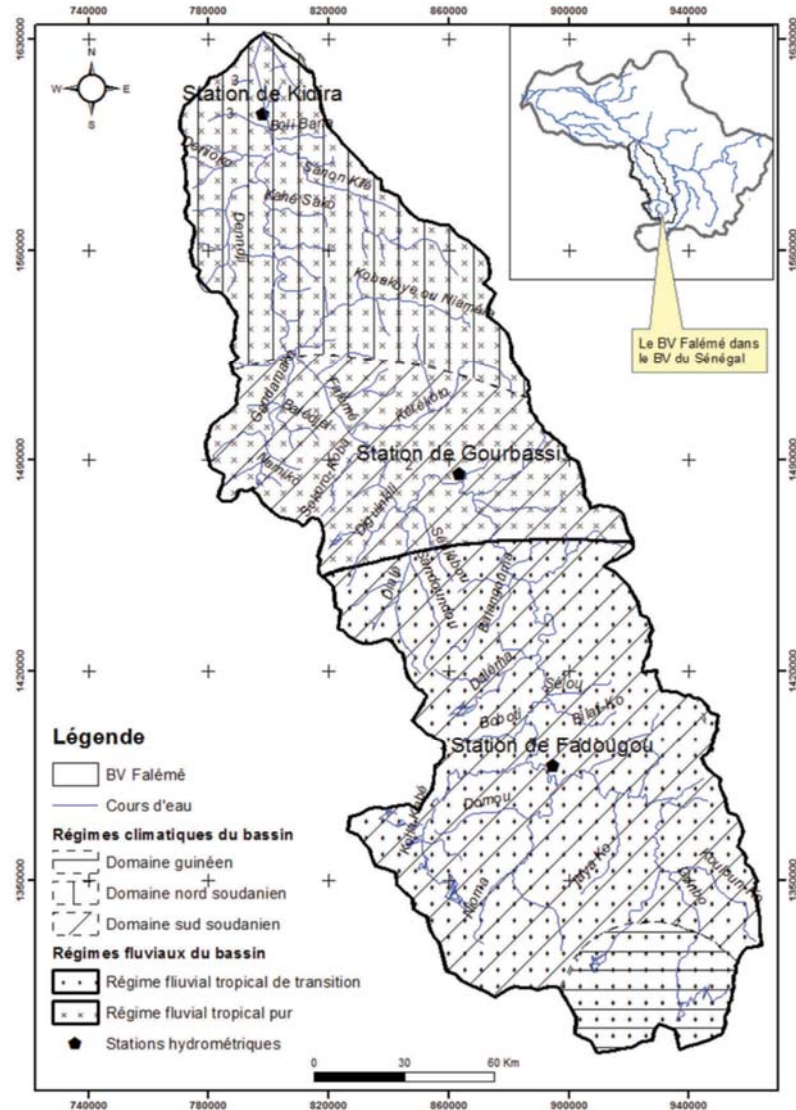


Figure 14 : Carte du bassin versant de la Falémé : réseau hydrographique, régimes climatiques et fluviaux

Source : étude de C. FAYE, 2017

Cette étude présente la **variabilité hydrologique dans le bassin de la Falémé à l'échelle mensuelle, saisonnière et annuelle** sur la base de débits maximaux, minimaux et moyens écoulés aux stations de Kidira, Gourbassi et Fadougou.

Une **tendance à la baisse de l'écoulement moyen** dans le bassin de la Falémé est constatée sur tous les mois, toutes les saisons (périodes de hautes et de basses eaux) et à l'échelle annuelle. La tendance à la baisse a coïncidé avec la sécheresse qui s'est installée dans la zone **depuis les années 1970**. Pour les hautes et basses eaux, on note aux relevés des stations une hausse significative de la sévérité et la précocité des étiages (augmentation du déficit, diminution du débit minimum, hausse de la durée d'étiage) et une baisse significative de la puissance des crues.

Toutefois, la tendance à la baisse des périodes de hautes eaux est statistiquement plus significative (respectivement $-10,156 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ an}^{-1}$ à *Kidira*, $-7,449 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ an}^{-1}$ à *Gourbassi* et $-6,819 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ an}^{-1}$, à *Fadougou*). Dans le bassin, il existe une corrélation entre le niveau de la tendance et le débit écoulé : plus le débit est

important, plus la pente de la tendance augmente. Ainsi, la tendance négative significative suit une logique latitudinale allant de Kidira à Fadougou.

1.13 Etude hydrologique de la Falémé à Kidira, Goubassi et Fadougou (Sénégal)

Publication étudiée : BA D., 2019, Contribution à l'étude d'impact des activités aurifères traditionnelles sur la qualité des eaux de la Falémé, Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Université de Thiès, 79p.

Ce travail est **entièrement** consacré à l'étude de la Falémé au Sénégal. Aucune donnée sur la pollution au mercure n'est présentée, mais des données sur la Falémé sont disponibles dans ce travail, comme par exemple les débits moyens de la rivière au cours d'une année, en fonction des saisons. Les stations étudiées sont au nombre de trois : *Kidira*, *Goubassi* et *Fadougou* situées sur la Falémé. L'étude hydrologique dans ces trois stations permet de connaître les *débits moyens et extrêmes de la rivière*.

Tableau 12 : Débits mensuels moyens et extrêmes (m^3/s) de la Falémé dans trois stations hydrométriques

Source : étude de BA D., 2019

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
Station de Kidira												
Moyenne	13.8	5.1	2.3	0.8	1.6	13.3	103.6	499.1	695.1	313.8	82	25.2
Minimum	0.6	0	0	0	0	0	5.2	57.5	83.6	37.1	6.8	1.9
Maximum	44.3	15.1	7.6	4.3	33.2	112.6	405.3	1424	1811	1609	376.8	91.8
Station de Goubassi												
Moyenne	8.5	3.5	1.2	0.3	0.2	7.6	80.4	375.7	489.9	198.9	54.1	19.6
Minimum	0.2	0	0	0	0	0	6	57.8	69.1	39.8	5.9	0.7
Maximum	31.1	17.7	7.3	3.7	2.7	50.1	276.1	965.2	1194	904.1	139.5	64.6
Station de Fadougou												
Moyenne	9.6	4.8	2.2	1	0.8	7.9	68.4	271.4	310.4	131	41.9	18.8
Minimum	1.2	0.4	0	0	0	0	10	28	34	25.4	4.2	1.9
Maximum	32.8	18.9	8.7	4.3	5.3	63	266.2	765.4	873.8	627.2	117.9	62.6

Ce travail indique les volumes d'eau écoulés au niveau de ces trois stations.

Tableau 13 : Volumes d'eaux écoulées dans la Falémé dans trois stations hydrométriques

Source : étude de BAD., 2019

Station	Pluie moyenne (mm)	Débit moyen (m^3/s)	Volume total moyenne (m^3)	Coefficient de ruissellement moyen
Kidira (1961-2012)	1041.8	114.2	3603899278	0.11
Goubassi (1955-2012)	1233	101	3191200490	0.14
Fadougou (1954-2010)	1337.5	72.8	2297404148	0.17

Enfin, la qualité des eaux de la Falémé a été étudiée sur trois sites : *Moussala* (poste frontière), *Kolya*, et *Saensoutou* (*Sayansoutou*), sur lesquels des échantillons d'eau

ont été prélevés. Le premier site mesure l'état initial des eaux en amont des sites d'orpaillage, le deuxième constitue le site intermédiaire et le troisième mesure l'état des eaux un peu en aval des sites d'orpaillage.

Ce découpage d'amont en aval part d'un bon principe, mais il ne semble guère réaliste puisque l'orpaillage existe tout le long de la Falémé, depuis (et même en amont) le point triple frontalier Sénégal – Mali – Guinée jusqu'à presque Kidira, autre poste frontière au Nord. En outre, il y a aussi plusieurs grandes mines d'or au Mali, très proches de la Falémé.

La période de prélèvement a été faite en Janvier 2019. Six échantillons ont été analysés :

- Deux à Moussala (DB MI et ML 31-19) ;
- Trois à Kolya (PTDKI, MCNKII, ABSKIII) ;
- Un dans un bassin de rejets issus du lavage du minerai (Hg 20-19 R1).



Figure 15 : Carte du réseau hydrographique de la région de Kédougou

Aucune localisation exacte des sites d'échantillonnage n'est fournie pour l'échantillon Hg20-19 R1.

Les anions analysés sont : Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} et NO_3^- .

Les résultats d'analyse présentés dans le Tableau 14 ci-dessous et dans les diagrammes ci-dessous sont interprétés par l'auteur :

- Les rejets issus des activités de l'orpaillage dans la Falémé contribueraient à une augmentation de la teneur en : (i) sulfate de l'eau, (ii) HCO_3^- , (iii) chlorures (Cl^-).
- Les cations analysés sont : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ et K^+ .
- Le lavage du minerai augmenterait la concentration de l'eau en Ca^{2+} , Na^+ et K^+ , mais diminuerait la teneur en Mg^{2+} .

Les valeurs publiées sont présentées sans barre d'erreur.

Tableau 14 : Résultats des analyses physico-chimiques des points d'eaux étudiés par BAD, 2019

Nom échantillon		ABS KIII	DB MI	R1 20-19 Hg	ML 31-19	PTD KI	MCN KII
Date échantillonnage		20/01/2019	20/01/2019	20/01/2019	20/01/2019	20/01/2019	20/01/2019
Paramètre	Unité						
Calcium	Ca ²⁺ (mg/l)	7.94	9.6	12.45	9.42	9.38	8.15
Magnésium	Mg ²⁺ (mg/l)	5.63	4.37	3.13	3.51	4.02	5.19
Sodium	Na ⁺ (mg/l)	1.97	2.04	10.56	3.06	2.52	1.62
Potassium	K ⁺ (mg/l)	0.37	0.42	1.35	0.56	0.57	0.42
Conductivité	25° (us/cm)	87	87	147	82	87	85
Sulfates	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	5.51	5.5	9.76	5.81	5.55	5.61
Chlorure	Cl ⁻ (mg/l)	3.05	2.72	8.54	2.79	2.62	2.61
Nitrates	N (mg/l)	4.55	4.39	5.14	4.19	4.51	4.57
Ph	-----	7.54	7.46	7.07	6.95	7.46	7.07
Bicarbonate	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	42.7	42.7	54.9	36.6	42.7	42.7
MES	(mg/l)	510	390	1240	420	430	360
Turbidité	NTU	600	570	4400	613	595	582

Les données physico-chimiques publiées sont : le **pH**, la **conductivité électrique**, la **turbidité** et la quantité de **MES** (matières en suspension).

L'auteur conclue que **les rejets des activités d'orpaillage dans la Falémé augmentent la conductivité électrique, la turbidité et la quantité de matières en suspension, mais n'ont pas d'impact majeur sur le pH des eaux.**

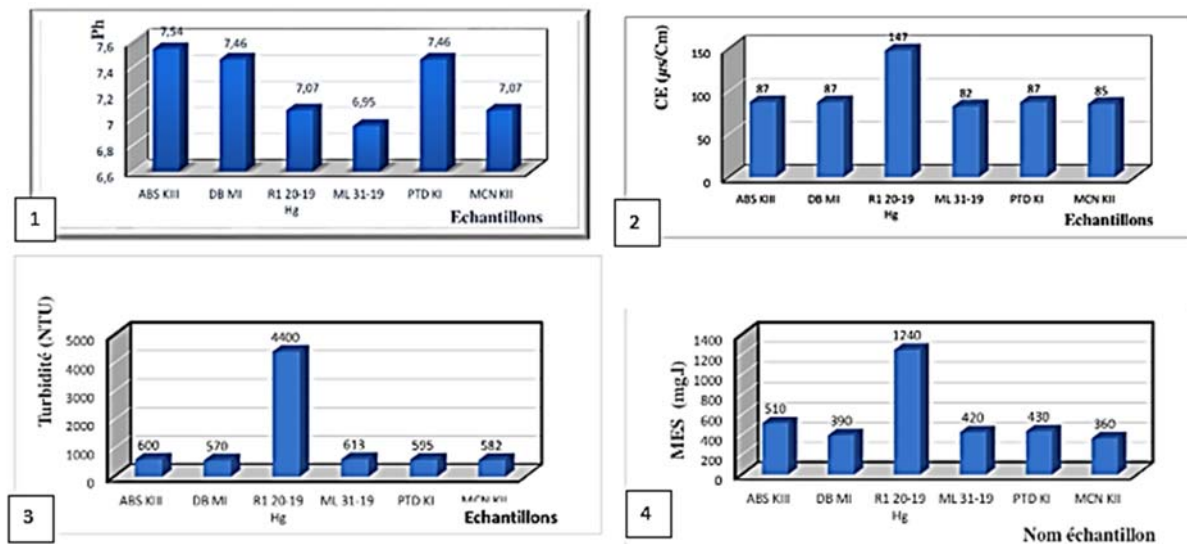


Figure 16 : Diagrammes présentant les données analysées dans le cadre de l'étude de BAD, 2019 1) diagramme du pH des points d'eau, 2) diagramme du CE des échantillons d'eau, 3) diagramme de la turbidité des points d'eau, 4) diagramme de teneurs en MES des points d'eau

1.14 Liste des sites d'orpaillage sur la Falémé au Mali et au Sénégal

Publication étudiée : RAPPORT DE MISSION OVMS, Juin 2015, Activités d'orpaillage le long de la Falémé, 16 p.

Ce rapport a pour objectif de recenser exhaustivement des sites d'orpaillage et de décrire les pratiques utilisées. La mission s'est déroulée du 29 mai au 07 juin 2015. La liste des villages avec une activité d'orpaillage est donnée pour chaque rive de la Falémé, côté Mali et côté Sénégal (voir le Tableau 15).

Tableau 15 : Liste des villages ayant une activité d'orpaillage issue du rapport de mission de OMVS, 2015

Pays	Commune	Localités	Types d'engins
Mali	Faléa	Koundoya, Wiliwili	Dragues artisanales
	Faraba	Hamdalahi	Dragues artisanales
	Dabia	Mamoudouya, Makouqué, Diaby,	Dragues artisanales et drague à godets
	Kéniéba	Moussala, Fadougou, Fiékola, Satadougoutintiba, Dioulafoundou, Sinsinkobadala, Koundabadala	Dragues artisanales, drague à godets, écraseurs et moulins
	Sitakiling	Mahinamine, Sakolabadala, Djidiambarrage	Dragues artisanales, drague à godets, écraseurs et moulins
	Dialafara	Kéniéko, Bérola, Oularéba, oularéding, Kéniékéniéba	Dragues artisanales, drague à godets, écraseurs et moulins
Sénégal	Bembou	Bambadji, Boboty, Gareboureya, kolia, Kharakhena, MoussalaMahinamine, Sansamba, Sansela, Satadougou	Ecraseurs et Moulins
	Médina Baffé	Guémédjé	Ecraseurs et Moulins

Aucune carte n'est donnée, aucune coordonnée n'est communiquée pour les sites du tableau.

La dernière colonne du Tableau 15 renseigne sur les matériels utilisés par les orpailleurs.

2 VISITES DES SITES D'ORPAILLAGE ET DES VILLAGES RIVERAINS

Rappel de l'objectif : compléter la collecte des informations et des données et les vérifier sur le terrain afin d'établir l'état des lieux de l'activité d'orpillage dans la zone d'étude.

2.1 Personnel de la mission

Sur le terrain, le personnel était scindé en deux équipes :

- Une équipe « technique » de 3 personnes (ingénieurs hydrochimiste, ingénieur hydrologue, chef de mission) pour l'échantillonnage des eaux et des sédiments de la Falémé ;
- Une équipe « sociale » de deux personnes (ingénieurs HSS et socio-économiste) pour les entretiens / enquêtes auprès des parties prenantes.

Pour des raisons de sécurité, les déplacements jusqu'aux sites à étudier se sont fait de conserve et seulement sur place, les deux équipes se séparaient pour accomplir leurs tâches respectives.

2.2 Visites de sites d'orpillage et villages riverains

La mission sur le terrain le long de la rive sénégalaise s'est déroulée du 29 Novembre 2021 au 10 Décembre 2021 :

Le calendrier de la mission et le kilométrage parcouru sont indiqués ci-dessous :

- 29 novembre 2021 : Trajet Dakar - Tambacounda 474 Km ;
- 30 novembre 2021: Trajet Tambacounda - Kédougou 239 Km;
- 01 déc. au 09 décembre : Echantillonnage et entretiens 1646 Km ;
- 10 décembre 2021 : Trajet Kidira - Tambacounda 188 Km ;
- 11 décembre 2021 : Trajet Tambacounda Dakar 462 Km.

Sur chacun des sites échantillonnés, les experts hygiène - santé - sécurité et socio-économiste ont recueilli des informations lors d'entretiens et réunions en "focus groups" avec les parties prenantes locales (administrations, chefferies traditionnelles, associations des orpailleurs, coopératives minières, populations riveraines). Ils ont ainsi procédé à des observations « in situ » portant sur les orpailleurs et les populations riveraines, notamment sur :

- Les techniques d'orpaillage et les caractéristiques en matière de santé, hygiène et sécurité associées ;
- Les aspects socio-économiques (ceux-ci seront aussi décrits au niveau du paragraphe 4 "état des lieux de l'environnement et problématiques d'Hygiène de santé et de Sécurité ".

2.2.1 ONG la Lumière (Tamba)

Liste des personnes rencontrées au siège de l'ONG La Lumière (Tambacounda), le 30 novembre 2011 :

- DIALLO Ibrahim Sory, Directeur ;
- KOUMBALA Moudou, Responsable suivi et évaluation ;
- BALDE Ousmane, Chargé de programme.

De la rencontre avec l'ONG La Lumière il ressort un niveau alarmant de dégradation de la qualité de l'eau de la Falémé qui a des impacts négatifs sur sur les vies humaines et animales.

Créée en 1993, l'ONG la Lumière est une organisation de droit sénégalais dont la mission est de contribuer au développement socio-économique et harmonieux des couches vulnérables et défavorisées. Elle intervient dans les domaines de la Promotion des droits de l'enfant et de la femme, l'Education et la Formation, le Plaidoyer, la Santé Communautaire et Préventive, l'Insertion sociale, familiale, professionnelle et économique des enfants et des femmes en situation difficile, la Préservation de l'environnement et du cadre de vie, la Microfinance, la Promotion et la Protection des droits humains

Depuis les années 2003, avec l'appui des partenaires intéressés par la sauvegarde de la Falémé, l'ONG s'est engagée en faveur de la sauvegarde de l'environnement. En 2003, l'ONG a fait une étude d'évaluation de la pollution de la rivière de Kérékonko (Bandafassi) par l'exploitation de l'or. L'objectif principal des analyses d'eau, objet de leur rapport, était de déterminer les valeurs de certains éléments chimiques, et les comparer avec les normes en vigueur (valeurs guides OMS). L'étude a été conduite avec l'appui financier de l'ONG OXFAM AMERICA.

La diffusion des résultats de ladite étude a été jugée non pédagogique par les autorités administratives du pays jugeant l'approche alarmiste.

En juillet 2010, l'ONG La Lumière a mené une étude sur la pollution de l'environnement par le mercure dans les régions de Tambacounda et Matam dans le cadre d'une étude sur l'hydraulique rurale en République du Sénégal. Les objets de l'étude étaient : (i) compréhension de l'aperçu de l'orpaillage, (ii) compréhension de l'opération de l'orpaillage et de l'affinage, (iii) compréhension des soutiens par les Bailleurs de fond, (iiii) compréhension des dégâts du mercure et (iv) compréhension de la densité du mercure.

En 2013, l'Organisation a participé avec d'autres acteurs à une large campagne de sensibilisation et d'information ayant conduit à la fermeture de sites d'orpaillage le long de la Falémé du côté Sénégal.

Depuis 2012, l'ONG La Lumière est en train de mettre en œuvre le projet intitulé « Initiative de Résilience Rurale 4R » en partenariat avec OXFAM. Dans le cadre dudit projet avec l'appui du partenaire OXFAM, elle avait en place un dispositif de surveillance et de contrôle de la qualité des eaux de la Falémé. Les agents relais étaient formés et équipés de Kit de contrôle de la qualité de l'eau. Le dispositif permettait de déclencher l'alarme toutes les fois qu'il avait détecté des indicateurs de la pollution des eaux.

Depuis octobre 2020, l'ONG La Lumière est en train de mettre en œuvre un Projet de lutte contre l'utilisation du mercure dans l'exploitation d'orpaillage de Kédougou (Phase I). La finalité dudit projet est de promouvoir les pratiques propres d'orpaillage.

Bien que les autorités administratives de différents niveaux et les autorités communales soient informées de la situation, selon les dires de l'ONG la Lumière, force est de constater que peu d'efforts sont déployés en faveur de la protection de la Falémé et des populations riveraines et des usagers.

Elle a participé à la première initiative citoyenne d'envergure en Afrique, l'Observatoire Citoyen International du Fleuve Falémé (OCIF/Falémé) en mars 2020 tenue au Conseil de cercle de Kéniéba, la cité du Tambaoura, dans la région de Kayes (Mali).

Suite à un constant alarmant de l'état de pollution avancée du fleuve Falémé, mis en exergue par une étude réalisée par ASFA 21 du Mali, l'Association Action Solidarité Faléa 21 (ASFA 21) du Mali, l'ONG « la LUMIÈRE » du Sénégal et l'association « SAUVONS LA FALEME » de la République de Guinée, se sont données la main pour faire face à ce mal.

Lors de l'Assemblée Générale Constitutive de l'Observatoire, les trois organisations des trois pays ont établi de nombreux constats :

- La dégradation continue et accélérée de l'écosystème et des équilibres naturels du fleuve ;
- La perte progressive des moyens d'existence des populations riveraines du fleuve Falémé, engendrée par une agression massive des ressources naturelles comme le sol, l'eau, les végétaux, les animaux et les hommes ;
- Les pertes importantes en vies humaines, animales et végétales ;
- La détérioration de la qualité des eaux du fleuve Falémé, rendant tendancieuse son utilisation du fait de sa pollution ;
- L'insécurité grandissante dans le bassin de la Falémé, du fait de la surpopulation liée aux activités d'exploitation minière (industrielle et artisanale) forestière, les transhumances transfrontalières ;
- L'impossibilité pour les populations riveraines du fleuve Falémé et de ses bassins versants, de vivre dignement de leurs activités habituelles que sont l'agriculture, l'élevage et la pêche ;
- L'exploitation sauvage des forêts du bassin de la Falémé.

Les trois Organisations partagent la nécessité d'une synergie d'actions, en vue de contribuer efficacement à la survie du fleuve Falémé, au développement des activités du développement durable; elles ont créé l'OCIF/ Falémé dont le siège est fixé à Kéniéba, en République du Mali.

L'OCIF/Falémé est l'expression d'une volonté et d'un engagement des trois organisations de la société civile des trois pays, d'œuvrer ensemble pour la protection du bassin de la Falémé.

De nos jours, l'ONG la Lumière est en train de mener une étude avec l'appui financier de l'UE sur une "Technique propre de l'exploitation de l'Or".

Bien qu'intéressé par des accidents et autres impacts négatifs associés aux activités artisanales et semi-artisanales d'exploitation aurifères le long de la Falémé, l'ONG n'a pas enregistré des cas d'accidents survenus dans les sites couverts par ses interventions.

Les principaux Partenaires Techniques et Financiers (PTF) de l'ONG sont essentiellement BIT, OXFAM, UE, OSIWA et USAID.

2.2.2 Site d'orpaillage de Moussala

Date : mercredi 01 décembre 2021

Le site visité à Mousala se trouve au long du fleuve Falémé du côté Sénégal. Les activités de traitement des minerais sont beaucoup plus importantes que celles liées à l'extraction. En ce lieu sont traités des minerais provenant de Sassama situé à 7 km, de Mahina Mine (1 km), Koliya (9 km), Karakéna (21 km), Gambagamba (1 km) et des divers sites de Kéniéba. Il faut retenir que Mahina Mine et Kéniéba se situent au Mali.

Les opérations de traitement portent essentiellement sur le concassage et le lavage des minerais.

Comme équipement de travail sont utilisés des motos pompes, des concasseurs, des broyeurs et de multiples matériels utilisés pour le lavage des minerais concassés.





Le lavage des minerais concassés est réalisé à l'aide de tables de lavage le long du fleuve par les hommes ou de battées par les femmes et les jeunes filles souvent dans leur lit. Les eaux usées issues du processus de traitement des minerais chargées en argiles et autres éléments de diverse nature finissent toujours dans le Fleuve. Ce qui pourrait bien expliquer la dégradation des eaux de la Falémé (voir photos ci-dessous)



Les **principaux problèmes identifiés** se rapportent à un niveau élevé de **bruit** et de vibration sur le site et les environs immédiats liés au fonctionnement des équipements bruyants produisant des **fumées** (moteur pompe, concasseur/broyeurs), de présence importante de **poussières** dans l'air ambiant et l'utilisation de **produits chimiques** sans précaution y afférant. Le mercure est le produit chimique le plus utilisé. Pas exclu d'autres produits comme le cyanure.

Les orpailleurs n'utilisent pas des équipements de protection individuelle pour se protéger ou atténuer les impacts des facteurs cités ci-dessous.

Cette situation expose les miniers à développer :

- Les affections pulmonaires dues aux particules de poussières ;
- Les troubles auditifs associés à l'exposition au bruit permanent des concasseurs des motopompes et des engins roulants ;
- La fatigue liée aux efforts intenses pour charger les équipements de broyage/concassage de minerais ;
- Les blessures par les éclats de pierre lors du concassage et des chutes dues à la nature accidentée du site ;
- Les intoxications liées aux divers produits chimiques y compris les hydrocarbures liés aux pratiques inappropriées de gestion ;
- Les affections oculaires suite aux agressions des yeux par des particules en suspension dans l'air et les fumées ;

- Affections dermatologiques diverses associée au contact avec des contaminants par les piqûres d'insectes et autres agressions du milieu.

En plus, ils restent fortement affectés par la médiocrité de la qualité sanitaire et nutritionnelle des aliments consommés.

Faisant pratiquement partie du village, le site fait office d'habitation pour quelques orpailleurs et se trouve coincé entre une partie du village de Moussala et la Falémé.

Les habitats sont précaires et ne peuvent pas se protéger des aléas. A peine l'intimité des occupants est garantie. Ils sont en général en bois (piliers) et couverts de plastiques et pailles. Ils servent souvent de lieu de stockage des produits utilisés pour l'extraction d'or et pour le carburant de la logistique roulante et du dispositif de pompage de l'eau. Ils sont particulièrement exposés aux incendies, et aux effondrements.

Pour faute de latrines, la pratique de défécation à l'air libre est répandue exposant au péril fécal.

Il n'existe aucun dispositif relatif à la gestion des eaux usées surtout des toilettes et des activités de l'exploitation d'or. Ces eaux par le système de gravitation naturelle sont drainées dans la Falémé.

En plus des chauffeurs de long courrier, la présence importante de populations de jeunes adultes et surtout masculins parmi les orpailleurs entretient la prostitution avec comme conséquences des risques élevés de propagation des infections transmises sexuellement et de diverses formes de violence basées sur le genre. La population des professionnelles du sexe est constituée majoritairement de guinéennes, nigériennes et maliennes. Elles sont mobiles entre les différents sites miniers et d'orpaillage de part et d'autre de la frontière.

2.2.3 Poste de santé de Moussala

Date : 01 décembre 2021

Rencontre avec le dépositaire du poste de santé, Monsieur SANDIAGA Danfaga.

Le village de Moussala dispose d'un poste de santé tenu par une sage-femme aidée par un dépositaire ou chargé de vente des médicaments et un aide-soignant faisant office de vaccinateur.



Ne disposant pas d'un minimum de paquets de lessive WASH (accès aux services d'eau, d'hygiène et d'assainissement) pour un centre de santé, le poste de Moussala n'assure que difficilement la qualité des soins et la sécurisation du local dédié aux soins.

En raison de cette offre de santé limitée, les populations se rendent très souvent aux cabinets de soins privés de Sakola Bada se trouvant entre 6-7 km de Moussala, CSRéf de Kénièba (30 km) et au CSCom de Mahina Mine (8 km), tous au Mali.

L'automédication et le recours au traitant ambulant sans aucune formation médicale est largement pratiquée par la population.

Force est de retenir que la fréquentation a été affectée par l'avènement de la pandémie de COVID-19. Par crainte de se voir suspecté malade ou infecté au poste de santé, les populations si ce n'est pas des cas de force majeure ont fortement limité la fréquentation du poste.

Pour des besoins domestiques, les populations, dont les orpailleurs du site de Moussala, s'approvisionnent pour des besoins en eau de type domestique à partir de 2 forages équipés de pompes manuelles, dont une en panne au passage de l'équipe d'évaluateur. La corvée d'eau est accomplie par les femmes, les jeunes enfants (majoritairement des filles) et les vendeurs d'eau ambulants avec des bidons de 20 litres. Les moyens de collecte, de transport et stockage de l'eau garantissent difficilement sa qualité sanitaire.

L'usage mixte de l'eau provenant des pompes pour des besoins de type domestique (boisson, cuisson) et celle du fleuve Falémé pour les activités d'orpaillage, se solde par de contaminations croisées.

Les eaux en sachets de provenance diverse sont fortement consommées comme eau de boisson par les orpailleurs.

On note la présence d'enfants sur le site de Moussala. Certains d'entre eux sont impliqués dans les activités d'orpaillage.



Étant plus fragiles, les enfants exposés aux facteurs nuisibles associés aux activités d'orpaillage développent rapidement avec des complications :

- Des maladies des voies respiratoires comme les pneumoconioses dues aux particules de poussières ;
- Les problèmes de surdité associés à l'exposition du bruit permanent des pompes, broyeurs, concasseurs et autres engins comme les moyens de transport des minerais ;
- Les blessures et accidents ;
- Les affections oculaires et affections cutanées
- Les intoxications chimiques en lien avec la gestion inappropriée des produits chimiques y compris les hydrocarbures sur le site.

Ces jeunes enfants sont souvent soumis à fournir des efforts intenses (transport de minerais, remplissage des équipements de broyage/concassage, corvée d'eau) avec des conséquences néfastes sur leur système musculo-squelettique. Les enfants sont victimes de la précarité du mode de restauration au niveau du site d'orpaillage.

Les aliments consommés sur le site sont emportés des domiciles. L'état des couvercles, les moyens de transport utilisés et des pratiques de conservation prédisposent ces aliments à des risques élevés de contamination d'ordre chimique (produits chimiques, hydrocarbures), physiques (poussières et autre éléments physiques) et biologique (microorganismes).

En général la quantité de nourriture consommée est insuffisante et de qualité très médiocre ne compense pas les besoins énergétiques d'une tranche importante des individus du site. Les aliments devant être mangés à chaud ne font pratiquement pas l'objet de réchauffement même s'ils sont destinés aux petites enfants

Au niveau du campement, on retrouve quelques gargotes et de points de vente d'aliments aux abords des voies. Les conditions d'hygiène et de salubrité desdits établissements de restauration publique ne permettent pas de garantir la salubrité des aliments.



Gargote (Préparation et vente des aliments)



Gargote et point de vente de café et autres produits

2.2.4 Rencontre avec le Tomboloma de Moussala

Rencontre avec le Président, Monsieur DIALLO Adama.

Des échanges avec le responsable de l'association/groupement des orpailleurs (Président Tomboloma), il ressort que le site de Moussala réalise essentiellement le traitement des minerais provenant de divers sites de part et d'autre de la Falémé (Mali et Sénégal).

Seul le mercure est utilisé dans le processus de récupération de l'or. Les orpailleurs s'en procurent auprès des marchands ambulants in situ ou à partir du Mali.

Les 5 dernières années, il n'a pas été enregistré des cas d'accidents graves associés aux activités d'orpaillage à Moussala comme effondrement/éboulement des puits/ mines traditionnelles et autres événements dramatiques en lien avec l'utilisation des machines.



Suites de nouveaux échanges téléphoniques (13 novembre 2023 à 11:32 GMT/ Tél 00223 92192200) avec M. Adama DIALLO Chef Tomboloma de Mossalla, les principales sources de contamination des cours d'eau et des sols par des produits chimiques principalement des hydrocarbures et des huiles sont essentiellement aux entretiens et à la maintenance des dragues toujours sur le cours d'eau (vidange, réparation, approvisionnement et autres manutentions desdits produits) et des autres engins motorisés utilisés dans le traitement des minerais long des cours. Bien que moins important, le cours d'eau est aussi contaminé par les ruissellements chargés des hydrocarbures et autres produits chimiques de points de réparation et d'entretien des motos, des tricycles et quelques autres rares engins au contaminés des huiles de vidange de mobiles où ils sont directement déversés sur le sol et aussi aux mauvaises conditions de manutention.

Il est fort difficile l'étude de préciser les différents produits chimiques et huiles qui circulent. Certains d'eux peuvent être dangereux et avoir un impact important sur l'environnement même si la quantité rejetée est très faible. Le degré de pollution et la durée pendant laquelle ceux-ci vont rester incrustés dépendent du polluant. Par ailleurs, les effets sur la faune, la flore et les ressources alimentaires avoisinantes peuvent être considérables.

Pour vivre, la faune et la flore ont besoin de certaines conditions de vie : température adaptée, parfaite oxygénation de l'eau, luminosité et autres. Or, les huiles quand elles remontent à la surface de l'eau constituent une pellicule imperméable aux échanges gazeux entre l'air et l'eau.

La pollution du cours d'eau peut atteindre les nappes souterraines, et altérer durablement la faune et la flore aquatique ou menacer l'usage du milieu naturel en tant que ressource en eau pour des besoins domestiques.

2.2.5 Site d'orpillage de Sansamba

Date : 04 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- DIALLO Aissatou, Ménagère ;
- DIALLO Issa, Orpailleur ;
- DIALLO Samba, Orpailleur ;
- BA Djenabou, Orpailleur ;
- DIARRA Karim, Président Tomboloma ;
- KEITA Souleymane, Membre Tomboloma ;
- KANTE Abdoulaye, Orpailleur ;

- DIARRA Bocar, Orpailleur ;
- OUEDRAGO Lassamana, Orpailleur.

Le site de Sansamba partageant le même espace que le village mère du même nom sert à la fois pour campement et lieu de traitement des minerais. C'est un des points de traversée par pirogue entre le Mali (Sakola Bada) et Sénégal (Sansamba).



Les activités d'orpaillage se limitent au seul traitement de minerais provenant de plus d'une dizaine de sites d'extraction de part et d'autre de la Falémé.



Les orpailleurs s'adonnent au concassage des minerais, au lavage et traitement chimique. Le principal produit utilisé selon les personnes interviewées reste le mercure.

Pour des besoins du traitement des minerais, l'eau est pompée à partir de la Falémé. Et les eaux usées issues du processus se retrouvent toujours dans la Falémé soit directement déversées ou par gravitation/ruissellement ou à partir des retenues inappropriées.

Les demeures des orpailleurs sont constituées principalement de cabanes construites de bois couvert de pailles et par endroit de plastique. Les habitats n'offrent pas de commodités aux occupants et les protègent à peine des intempéries. Ils sont soumis à des accidents multiples (effondrement, incendie, contamination associée à la présence des produits chimiques divers). Les conditions d'hygiène et de salubrité restent précaires. Un nombre élevé de concessions occupées par les orpailleurs ne disposent de toilettes. S'il y a des aménagements, ils se limitent juste

à une simple aire de lavage/bain/ablution sans latrines. Les quelques rares latrines existantes sont sans dalle et s'apprêtent difficilement à un nettoyage et entretien adéquat. Cette situation couplée à la défécation à l'air libre et l'évacuation anarchique des selles des enfants favorise **l'apparition et le maintien du péril fécal**. Les enfants paient un lourd tribut.



La gestion des eaux usées provenant des activités à caractère domestiques ne fait pas l'objet d'aucune attention. Elles sont déversées sur les voies ou évacuées dans le lit de la Falémé.



Pour les besoins domestiques, comme les habitants du village mère, les orpailleurs s'approvisionnent en eau à partir d'une pompe à motricité humaine et 2 bornes fontaines (forages) reliées à un forage équipé de château. L'eau provenant de ces points d'eau moderne ne fait pas l'objet de désinfection prophylactique et donc ne contient pas de chlore résiduel pour corriger une éventuelle contamination microbienne.

En plus de ces 2 ouvrages on compte plus d'une vingtaine de puits traditionnels non aménagés donc soumis à des contaminations diverses.

La vente de l'eau dans des bidons de 20 litres est largement répandue. Les vendeurs ambulants de l'eau n'appliquent pas les mesures d'hygiène élémentaire de protection de l'eau contre la contamination (hygiène des mains, nettoyage et entretien des bidons). Les bidons servant de collecte et de transport de l'eau sont mal entretenus voire sales.

Les orpailleurs pour la boisson au lieu de travail paient et consomment de l'eau des sachets d'un ¼ litre de diverses provenances.

Le mode de collecte, de transport, de stockage et d'utilisation de l'eau sur le site sont précaires et couplés à l'insalubrité du milieu constituent les principales causes de contamination croisées de l'eau.

Sur le site, on retrouve 2 modes de restauration :

- Les services fournis par les établissements de restauration collective :
Cette prestation est faite par des gargotiers, des vendeurs ambulants et ceux des abords des voies publiques. Les conditions d'hygiène et de salubrité des lieux de vente des aliments les comportements et les pratiques d'hygiène des personnes en charge dudit service sont préoccupantes. Les risques de contamination des aliments servis sont très élevés.
- Les aliments emportés des domiciles sur le site :
Ces aliments sont destinés aux membres et aux journaliers de famille. Ces aliments sont contaminés au cours du transport et la conservation dont ils font souvent objet sur le site avant consommation. Les contaminants sont d'ordre chimique (produits chimiques, hydrocarbures, médicaments), physiques (poussières et autre éléments physiques) et biologique (microorganismes).

Le village dispose d'un poste de santé non fonctionnel. Il existe 5 agents de santé communautaires (ASC) composés de 4 femmes et d'un homme fournissant des premiers soins. Pour d'autres soins, la population est obligée de se rendre au centre de santé de Moussala situé à 8 km, aux différents cabinets de soins de santé de Sakola Bada au Mali (à moins de 500 m), CSRéf de Kénièba au Mali (29 km) et au CSCom de Mahina Mine au Mali (8 km).

Selon les personnes interviewées la pollution des eaux de la Falémé a eu un impact négatif sur la santé en général et celle de la mère et de l'enfant en particulier dans le campement/village de Sansamba. Les pathologies courantes comme le paludisme se présentent sous des formes graves nécessitant des soins avec perfusion de sang, des cas fréquents de mort-nés et décès maternels non habituels. Des dires desdites personnes plus de la moitié des prises en charge nécessite des perfusions de sang et par ricochet l'augmentation des coûts de prise en charge. Il est difficile de vérifier la véracité de ces déclarations.

L'automédication est répandue et il y a la vente illicite des médicaments bien qu'interdite par les autorités sénégalaises. Les thérapeutes mobiles font des prestations de soins de part et d'autre (Mali/Sénégal) de la Falémé.

Les populations ont accès à la multitude des cabinets de soins privés ne répondant pas aux normes et tenus le plus souvent par du personnel peu qualifié à Sakola Ba et environnants (Mali) avec tous risques sanitaires afférents.

En termes d'intervention de santé et d'hygiène publique, les populations bénéficient des seules activités de vaccination couvrant les enfants de 0-5ans et les femmes en âge de procréer.

Hygiène-sécurité-santé

On note une absence totale de mesures de protection contre les effets négatifs des facteurs du milieu de travail (bruits, vibrations, poussières, produits chimiques).



Consultation publique à un des points de traversée sur la Falémé entre le Mali et le Sénégal

Des échanges au cours de la consultation publique improvisée, à laquelle a assisté une quarantaine de personnes y compris ceux attendant la fin de la pause pour se rendre au Mali, il ressort que seules les mesures de sécurisation des puits/mines artisanale des éboulements / effondrements à l'aide des troncs d'arbres et autres matériaux similaires sont mises en œuvre sur les sites d'extraction de minerais.

Les individus impliqués dans le processus de traitement de minerais à Sansamba n'utilisent de moyens de protection individuelle et sont soumis à tous les facteurs nuisibles associés aux activités menées (bruits, vibration, poussières, fumées, postures de travail, vapeurs et autres).

Cette situation conduit à :

- Des affections pulmonaires dues aux particules de poussières ;
- Des risques de surdité associé à l'exposition du bruit permanent du pilon ou du marteau, des pompes et autres engins ;
- De fatigue et les efforts intenses pour écraser et broyer le minerai ;
- Des risques de blessures par les éclats de pierre dans les yeux ;
- Des pathologies du support musculo-squelettique ;
- Des affections oculaires et dermatologiques diverses.

A Sansamba, site de traitement de minerais, les accidents se limitent à des blessures parfois graves liées à l'entraînement des habits des orpailleurs par la courroie des équipements de concassage/broyage de minerais.

Des échanges avec les responsables locaux, on devine qu'il y a 3 à 5 effondrements des mines traditionnelles artisanales desservant le site de Sansamba. Le nombre et la fréquence des effondrements varient en fonction de l'intensité des activités d'extraction des minerais.

Ce qui est fort singulier, c'est qu'à moins d'un kilomètre, de l'autre côté de la Falémé au Mali, avec la même population d'orpailleurs et les mêmes techniques d'orpaillage, les cas d'accidents avec perte en vies humaines surviennent plus fréquemment.

Les cas de catastrophes sont le plus souvent gérés par les autorités villageoises et les représentants Tomboloma. Des rares fois, interviennent des forces de l'ordre. Tous les cas de morts d'hommes doivent être attestés par les services de santé avant l'enterrement.

Les conflits surviennent souvent sur le site s'accompagnant des coups et blessures. Ces événements ne font pas l'objet d'enregistrement par les autorités en place

(Tomboloma et villageoise) et sont gérés au cas par cas et rarement avec l'implication des forces de l'ordre.

Cependant, les conflits entre les usagers de la Falémé sont de plus en plus rares. Cela s'explique par la conversion progressive des autres usagers (pêcheurs, jardiniers, éleveurs) en orpailleurs.

Les quelques situations problématiques surviennent quand les dragues se retrouvent à des points sensibles du fleuve (traversée des personnes, points de pompage de l'eau et cultes).

Les hydrocarbures et des huiles surviennent au fleuve suite aux activités d'entretiens et de maintenance des dragues sur le cours d'eau et des autres engins motorisés utilisés dans le traitement des minerais long des cours. La contamination est aussi liée aux ruissellements transportant des hydrocarbures et autres produits chimiques de points de réparation des motos, des tricycles et quelques autres rares engins au contaminés des huiles de vidange de mobiles où ils sont comme partout ailleurs directement déversés sur le sol.

Prostitution

La prostitution est pratiquée à Sansamba avec comme conséquence les risques élevés de propagation des infections sexuellement transmissibles, les grossesses non désirées et diverses formes de violences basées sur le genre. La population s'adonnant à ce vieux métier est constituée surtout des individus de nationalité guinéenne, nigériane et de malienne. Elles sont bien mobiles entre les différents sites de part et d'autre des frontières (Guinée, Sénégal, Mali).

Dans le milieu de la prostitution, le proxénétisme est pratiqué.

A cela, il faut ajouter le trafic et la consommation des stupéfiants.

Dans l'environnement immédiat du site on compte au moins 2 bars à Moussala/Sénégal site voisin situé à 8 km et 30 bars à Sakola Bada /Mali juste de l'autre rive. Les bars s'apprêtent à diverses formes de trafic.

Violences liées au genre (VBG)

On note une présence importante de femmes sur le site s'occupant des corvées moins valorisées comme le lavage de minerai et des activités à caractères domestiques. Elles sont souvent victimes d'autres formes de violence.

2.2.6 Site d'orpaillage de Guemedie

Date : jeudi le 02 décembre 2021

Situé au long du fleuve Falémé, sur le site de Guémédié, des minerais de provenances diverses sont traités.



La quantité de femmes présentes sur le site lors de la mission de terrain égalait celle des hommes, majoritairement des jeunes femmes accompagnées d'enfants d'âge variable.



Les femmes et les grandes filles sont beaucoup plus impliquées dans des opérations de lavage et de test des minerais. Les jeunes filles s'occupent du gardiennage des tout-petits.

Les orpailleurs n'observent pas de mesures de protection collectives et individuelles. La population du site y compris les enfants sont exposés aux facteurs nuisibles comme le bruit, les vibrations, la présence importante de poussières y compris les fumées et des postures de travail contraignantes. Cette exposition peut conduire à des risques comme :

- Les maladies respiratoires dues à l'exposition aux particules de poussières en suspension ;
- La surdité ou le déplacement du seuil auditif associé de bruits couplé aux vibrations provenant des activités de concassage, des moteurs et autres équipements bruyants ;
- Des blessures suite aux chutes de pierres et de chutes sur le site

Les plaintes notées au cours des échanges ont tourné autour des sensations de malaise, la fatigue souvent accompagnée des céphalées et l'insomnie.

Les aliments et l'eau de boisson apportés des concessions ne sont pas protégés de saleté. Leur consommation conduit à des risques sanitaires comme des problèmes digestifs, y compris les intoxications alimentaires.



Sur le site les orpailleurs n'ont pas accès aux ouvrages d'eau, hygiène et assainissement. Cela expose les personnes du site y compris les enfants à des risques sanitaires multiples avec une forte probabilité de survenue et de maintien de pathologies liées à l'insalubrité du milieu :

- Les maladies diarrhéiques ;
- Les conjonctives ;
- Les intoxications.

Le niveau d'humidité élevée du site expose les jeunes enfants à développer des pneumonies et autres pathologies liées au refroidissement du corps.

Les habitants village mère y compris les orpailleurs du site de Guémédié pour des besoins de soins de santé sont tenus de se rendre dans des postes/centres des localités voisines comme Saroudia, Noumou Foga, Diaka Macké ou de Madina Bafé.

2.2.7 Site d'orpaillage de Fadougou

Date : jeudi le 02 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- KEITA Abdou, membre Tomboloma ;
- CAMARA Mamadou, membre Tomboloma ;
- DJOULDE Baldé Mamadou, commerçant et orpailleur ;
- DIABI Alfoussevni, orpailleur ;
- DIAKITE Alladji, orpailleur ;
- CISSE Wouri, président Tomboloma ;
- CISSOKO Demba, membre Tomboloma ;
- COULIBAL Wouri, Orpailleur.

Fadougou connu sous le nom de Fadougou Gnafa est un site d'orpaillage sous l'autorité du chef de village de Guémédié. Historiquement, c'est un site créé suite au déplacement d'une partie des orpailleurs venus de Fadougou Coura (Mali). Il est à la fois un campement et site d'extraction/traitement de minerais.

Sur le site on remarque 2 principales zones d'activités distinctes :

- Le campement comprenant des habitats, des commerces, des services de vente des aliments et un nombre important de services fournis par les ambulants (vente d'eau, de boissons diverses, des aliments, des croquettes) et des étages pour vente des produits de premières nécessités ;
- Un espace pratiqué occupé par les activités aurifères.

La zone d'activités aurifères compte un nombre important des puits/mines traditionnelles en activités, chaque trou est souvent voisin du suivant de quelques dizaines de centimètres.



Les minerais tirés des puits/mines traditionnelles sont concassés/broyés et lavés in situ pour tester la présence de l'or. Une fois le test concluant, les minerais sont traités in situ. La Falémé est la principale source d'approvisionnement en eau des activités d'orpaillage à Fadougou. L'eau est tirée de la rivière à l'aide des dispositifs de pompage. Le site se trouve à moins de 200 m de la Falémé. **Sont utilisées aussi les venues d'eau des puits/mines.** L'eau est toujours tirée à l'aide des motopompes de la Falémé lorsque les puits/mines en contiennent.



Le matériau concassé est traité avec utilisation de produits chimiques dont le plus répandu est le mercure.

L'exposition chronique aux vapeurs de mercure peut provoquer une insuffisance rénale, des tremblements, des troubles du mouvement, diverses psychoses et des troubles de la mémoire. Les femmes enceintes sont particulièrement à risque en raison des effets neurotoxiques sur le développement du fœtus.

L'exploitation minière artisanale de l'or est un domaine qui sollicite un effort physique considérable de la part des orpailleurs. Du creusage au concassage, broyage, tamisage, panage et distillation, l'orpailleur est exposé à de risques sanitaires incalculables :

- Nuisances sonores et vibratoires consécutives au fonctionnement des machines (concasseurs/broyeurs, crusher, motopompe) et la logistique roulante ;
- Les particules en suspension et des éclats provenant du concassage/pillage ;
- Intoxications suite à une gestion inappropriée des produits utilisés dans le traitement de l'or (mercure, cyanure), des hydrocarbures, des médicaments et autres substances similaires ;
- Des morsures de serpents et des piqûres d'insectes qui sont très souvent des vecteurs de transmission de maladies et autres nuisances.

Les cas de morsures de serpents sont fréquents sur le site de Fadougou. Difficile de passer 2 semaines sans rencontrer ou entendre parler de cas de morsures de serpent dans le camp. Les piqûres d'insectes sont quasi permanentes.

En plus les orpailleurs sont soumis à des contraintes de postures de travail et des risques d'accidents de travail (jets d'éclats de pierre lors du concassage, entrainement accidentel par la courroie des crusher/broyeurs).

Des dires des personnes interrogées, la zone n'a pas d'éboulement/effondrement de mines traditionnelles les 3 dernières années. Ils justifient ce fait heureux par la nature du sol, les efforts déployés pour consolider les parois des puits/galeries et la faible profondeur des puits.

Bien qu'exposés à des risques sanitaires importants (d'accidents et maladies professionnelles), les mesures de protection se limitent aux seuls efforts de sécurisation des puits/galeries.

Les quelques rares cas de port de moyens de protection individuelle (EPI) ont un caractère fantaisiste.

Les investigations en cas de situation inhabituelle fâcheuse sont menées par les forces de l'ordre en présence des représentants des autorités villageoises et de Tomboloma.



Habitats

Le site de Fadougou sert aussi de site d'habitation pour les orpailleurs, les prestataires des biens et services.



Les habitats n'assurent pas de commodités et de sécurité aux occupants. Ces abris sont dépourvus de toute infrastructure hygiénique et sont particulièrement exposés aux accidents (incendies, affaissements). Les produits chimiques utilisés pour l'extraction d'or le carburant/lubrifiant pour la logistique et d'autres produits sensibles y sont stockés.



Le campement est insalubre. Il est confronté à de sérieux problèmes de gestion des eaux usées y compris les excréta.

Dans le campement on retrouve 2 types de restauration. Les aliments apportés des foyers et ceux achetés avec les gérants de la restauration collective (gargote, point de vente sur les voies publiques et vente ambulante). On dénombre une dizaine de gargotes, 2 débiteries, 15 points de vente de café et services similaires et 3 bars.

La seule source d'approvisionnement relativement acceptable du site est un forage équipé de château avec une borne fontaine. L'eau provenant dudit dispositif ne faisant pas l'objet de désinfection préalable avant utilisation ne présente aucune garantie sanitaire donc peut transmettre des germes pathogènes. La vente de l'eau par les ambulants est répandue. On retrouve des sachets de ¼ litre (boisson) et des bidons de 20 litres (activités domestiques).

Les conditions d'hygiène et d'assainissement précaires et les comportements/pratiques inappropriés en matière d'hygiène sur le site constituent des facteurs importants de dégradation de la qualité sanitaire de l'eau et des aliments.

Santé

Fadougou n'a pas de poste de santé. Pour des soins de santé les populations doivent se rendre dans les postes de santé de Saroudia, Noumou Foga, Diaka Macké ou au Centre de santé Madina Bafé. Le plus proche est celui de Diaka Macké distant de 5 km.

En termes de prévention et de lutte contre les maladies, les interventions se sont limitées à la vaccination (PEV), les campagnes de masse de lutte contre les MTN et le paludisme saisonnier. Dans la lutte anti vectorielle, une campagne de pulvérisation a été réalisée par les services techniques en charge de l'hygiène publique.

Les populations du campement de Fadougou n'ont pas bénéficié des interventions en santé de la reproduction, suivi des enfants 0-5 ans, d'hygiène publique et d'assainissement.

Bien qu'il soit difficile de donner un chiffre exact, on observe une présence importante de population féminine sur le site d'orpaillage de Fadougou. Concernant les postes de travail dans le circuit de production de l'or, les femmes sont fortement impliquées dans le portage du minerai, son concassage et son lavage. En plus de ces tâches, elles sont responsables de la restauration et du ravitaillement des sites en nourriture et en eau. Nonobstant ses multiples obligations, elles n'ont que peu de droits et ne bénéficient pas encore de concours significatifs pouvant valoriser leur travail et renforcer leurs capacités. Des échanges avec les personnes interviewées, elles subissent diverses formes de violences basées sur le genre.

Les enfants (garçons et filles) sont visiblement présents et employés dans les activités d'orpaillage. Ils s'occupent en général du transport et du traitement des minerais, les corvées d'eau et la surveillance des tout-petits.

La présence des enfants sur le site d'orpaillage n'est pas sans risque. En compagnie de leur mère, les enfants à bas âge sont exposés à la poussière et au bruit. Cette situation les prédispose à développer des affections pulmonaires, des problèmes auditifs et autres formes nosologiques.

2.2.8 Village de Bofeto

Date : jeudi le 02 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- DIALLO Mamadou, Chef de village ;
- SIDIBE Mamadou, Orpilleur et enseignant ;
- DIALLO Abdoul, Orpilleur ;
- DEMBELE Mamadou, Orpilleur.

Boféto est un petit village sans sites d'orpillage dont les populations y compris l'enseignant du village, en plus d'autres activités traditionnelles de production sont fortement "occupées " dans les activités d'orpillage. Le niveau de participation varie d'un individu à un autre.

L'habitat est constitué essentiellement de cases rondes en banco avec des toits en chaume. Moins du 1/3 des habitations comprennent des toilettes dont la majorité est constituée juste d'une aire de bains sans latrine. L'insuffisance notoire de latrines est expliquée par les difficultés de faire des fosses dues à la nature rocheuse du terrain.

Les sources d'approvisionnement en eau du village sont constituées d'une borne fontaine publique reliée à un forage et de 8 puits traditionnels.

Le village a une case de santé tenu une ASC qui fournit les soins de base et accompagne les activités de santé de santé menées dans le village.

Pour d'autres soins, les populations sont tenues de rendre aux postes de santé de Diahamaki situé à 5 km, Madina Bafé (13 km), Nadji (30 km) ou au Centre de Santé de Saraya.

Le village de Boféto a bénéficié de toutes campagnes de masse de prévention et de lutte contre les MTN et le paludisme saisonnier du Sahel organisé par le Centre de santé du District de Saraya. L'enseignant est le point focal desdites activités et le passage des équipes de vaccination des cibles du PEV.

Les autres interventions de santé et d'hygiène publique ne sont pas réalisées à Boféto.

2.2.9 Village de Garaboueya

Date : vendredi le 02 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- SEYDIKORA Niambouré, Chef de village ;
- SEYDIKORA Youba, Orpilleur ;
- SACKO Dialikoly, Orpilleur ;
- SYLLA Mamadou, Tomboloma ;
- KANTE Tounko, Orpilleur ;
- DANFAGA Talan, Orpilleur ;
- SEYDIKORA Bolly, Orpilleur.

La rencontre s'est déroulée dans la concession du chef de village de Garaboueya. La grande majorité des orpailleurs sont du village.

On rencontre des types variés d'habitat, des maisons en dur, en banco avec toile et de case rondes avec toit en chaume et des cabanes de fortune recouvertes de bâches ou de plastiques. Les conditions d'hygiène et d'assainissement dans l'ensemble ne sont pas satisfaisantes. La gestion des déchets liquides comme solides est sommaire n'offrant aucune sécurité contre la contamination et l'insalubrité du cadre de vie.

Le village est équipé d'un forage relié à une pompe manuelle qui date de 2005-2006. La vente de l'eau en sachets ¼ litre et de bidons de 20 litres est répandue.

Pour de raisons du niveau avancé de dégradation de la qualité de l'eau de la Falémé, les habitants n'en font aucun usage à caractère domestique.

Les aliments et l'eau consommés sur le site de Bouraya sont apportés/emportés des domiciles.

De la consultation avec des représentants de l'autorité villageoise, de Tomboloma et des orpailleurs, il ressort que les activités sur le site tournent essentiellement autour de :

- Extraction de minerais ;
- Concassage/broyage de minerais ;
- Traitement chimique.

Les activités d'extraction se déroulent en surface de type alluvionnaire comme en profondeur des puits pouvant atteindre plus 60 m.

Les équipements et matériels utilisés sur le site d'orpaillage de Garaboueya sont en général des marteaux piqueurs, crusher, concasseurs, des motopompes, de tables de lavage (sluices) de minerai, groupes électrogènes, marteaux-brins et le petit matériel servant pour le lavage à la batée de la poudre obtenue par broyage du minerai.

Le produit chimique le plus évoqué est le mercure disponible avec les marchands ambulants. Les orpailleurs ne stockent pas de mercure, car il est toujours disponible ; ils le payent s'ils en ont besoin.

Sur le site de Bouraya les nuisances auxquelles sont exposés les orpailleurs et les autres occupants du lieu se résument à :

- Un niveau élevé de bruits et de vibrations associées au travail des machines (concasseurs/broyeurs, crusher, motopompe, groupes électrogène) et la logistique roulante ;
- La présence quasi permanente de particules suspendues dans l'air ambiant et des jets de morceaux de roches et autres éléments projetés lors du concassage / broyage ;
- Les risques élevés de contamination suite à une manipulation non sécurisée des produits utilisés dans le traitement de l'or (mercure, cyanure), des hydrocarbures, des médicaments et autres substances similaires ;
- Des piqûres d'insectes.

Le site regorge d'insectes piqueurs qui agressent continuellement. Les plus dangereux sont les mouches tsé-tsé, les mouches simuliées (nom local, "Niaké") vecteurs de transmission de maladie.

Les piqûres de serpent sont très rares !

Les mesures de sécurité se limitent aux seuls efforts déployés dans la consolidation des puits/galeries avec des troncs d'arbres et autres matériels assimilables. D'autres mesures d'hygiène et de sécurité sont appliquées.

Selon les personnes interviewées, les 5 dernières années, le site n'a pas connu de cas d'accidents d'éboulement/effondrement de puits/mines traditionnelles.

La case de santé construite reste fermée par manque de personnel. Les seules activités de santé fournies dans le village sont la vaccination des cibles du PEV.

Pour des soins, les populations doivent se rendre à Bambadji distant de 20 km du village ou Nafadji (30 km) ou Sagara (60 km).

2.2.10 Village de Satadougou

Date : vendredi le 02 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- SEYDIKORA Aly, Orpailleur ;
- SEYDIKORA Sékou, Orpailleur ;
- SEYDIKORA Aly Kouramba, Orpailleur ;
- SEYDIKORA Moustapha, Orpailleur.

Bien que n'étant pas un site d'exploitation aurifère, les habitants du village de Satadougou sont impliqués dans les activités d'orpaillage ou fournissent des services et des biens en rapport avec lesdites activités.



Les habitations sont constituées principalement de cases rondes avec toit en chaume et quelques maisons en banco avec toit en tôle. L'élevage de case est largement répandu.

Les conditions d'hygiène et de sécurité dans ces abris sont fort médiocres. Le village de Satadougou manque cruellement d'ouvrage d'assainissement de base comme les latrines, les puisards et fosses septiques.

La gestion des déchets solides et liquides y compris les excréta n'est pas satisfaisante et expose à de risques sanitaire (infections, blessures, intoxications) et environnementaux (pollution des eaux, du sol et de l'air).

Ne disposant que d'une seule pompe à motricité humaine comme source d'approvisionnement en eau, le village vit une insuffisance notoire d'accès à l'eau potable.

La qualité médiocre voire mauvaise de l'eau disponible au niveau ménage consécutive à l'insuffisance d'eau constitue de facteurs importants d'apparition et de maintien des maladies liées au manque d'eau (diarrhées, conjonctivites, dermatoses) au sein de la population.

Les aliments sont pratiquement faits à domicile et emportés/apportés aux différents sites d'orpaillage. Des échanges, on note que les repas emportés/apportés sont soumis à des risques importants de contamination au cours du transport, conservation et consommation compte tenu l'état d'insalubrité du milieu, la pratique de la défécation en plein air et la faible voire absence d'observance de l'hygiène des mains.



Les différents sites d'orpaillage fréquentés par les populations de Satadougou ne sont pas couverts par les interventions des services techniques en charge des questions de santé publique, d'hygiène publique et de salubrité et de la sécurité et prévoyance sociale.

Au cours des 3 dernières années, le village de Satadougou n'a pas enregistré le passage des services techniques en charge des questions d'hygiène publique :

N'étant pas doté d'établissement fournissant des soins de santé, la population du village est obligée de se rendre au poste de santé de Nafadji situé à 25 km, au centre de santé du District de Saraya (55 km), CSCom de Fadougou (15 km au Mali) et CSRéf de Kénièba (35 km au Mali).

Les cas d'urgence sont évacués vers le centre de santé de District Saraya par ambulance servant de référence/évacuation du District sanitaire et vers des centres de santé frontaliers au Mali (Fadougou ou CSRéf de Kénièba) par des moyens de bord.

Les populations n'ont pas de zone définie d'activités aurifères. Les orpailleurs changent de sites en fonction du niveau de production, la découverte de nouveaux sites ou à la suite des rumeurs.

L'extraction de minerais peut se dérouler dans le cours d'eau, sur les flancs de collines, les plateaux en différentes profondeurs. Parmi les sites d'orpaillage, les plateaux latéritiques avec puits de peu de profondeur de moins de 10 m (entre 5 et 6 m) sont prédominants.

Le village de Satadougou est traversé par 3 ou 4 cours d'eau qui se jettent dans la Falémé. Les populations d'orpailleurs de Satadougou y effectuent leurs opérations de traitement de minerais.

Au moment de la mission de terrain, les sites d'orpaillage habituellement fréquentés n'étaient pas actifs. Les orpailleurs mènent plus d'activités de détection que d'extraction.

Les procédés de traitement évoluent en fonction des étapes. Une bonne partie des activités se déroule manuellement il s'agit entre autres du creusage des puits (piques, marteau, brin, pelle, houe), l'extraction/montée de minerais (seau comme pissette), le pilage/test de minerai.

Les équipements utilisés sont les motopompes, les crusher et rarement les marteaux piqueurs.

Le seul produit chimique signalé par les personnes interrogées est le cyanure poudre blanche vendue à 1000 F CFA. Les orpailleurs s'en procurent selon leurs besoins, donc pas de stockage.

Des informations obtenues des personnes interrogées, les populations s'adonnant aux activités d'orpaillage et celles travaillant/vivant dans les zones d'influence directe sont exposées aux :

- Nuisances associées aux bruits et vibrations provenant des équipements utilisés dans le processus de traitement des minerais (concasseurs/broyeurs, crusher, motopompe, groupe électrogène, marteau-piqueurs) et des moyens roulant surtout les motos et les tricycles ;
- Difficultés respiratoires liée à la présence importante et permanente de poussières et de fumées dans l'air ambiant ;
- Nuisances associées à la présence en nombre important et varié d'insectes qui les piquent ;
- Risques de morsures de serpent qui surviennent 3-5 fois par an, cas enregistrés uniquement chez les orpailleurs venant du seul village de Satadougou.

2.2.11 Service d'hygiène de Saraya

Date : 04 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- SOW Ibrahim, Chef de service.

Le service d'hygiène de Saraya a pour mission de mettre en œuvre au niveau opérationnel les activités d'hygiène publique à savoir : l'hygiène des aliments et de la restauration collective, l'hygiène de l'eau, l'hygiène de l'habitat, l'hygiène scolaire, l'hygiène et sécurité en milieu de travail, la prévention des intoxications liées aux produits chimiques et l'impact du changement climatique sur la santé.

Le service compte en plus du chef de service qui est un technicien sanitaire, 2 agents prospecteurs.

Pour des soucis de ressources, les activités d'hygiène publique et de salubrité n'ont pas été menées dans les sites miniers du district sanitaire de Saraya se trouvant dans sa circonscription.

Les activités d'hygiène se limitent aux seules visites à domicile (VAD) dans la seule ville de Saraya. L'équipe a en projet des inspections des établissements recevant le public.

Même disposant de kit de contrôle de la qualité de l'eau, le Service n'a pas réalisé d'activités de surveillance et de contrôle de la qualité de l'eau de boisson pour faute de réactifs.

Le service reste confronté à une insuffisance de ressources humaines qualifiées (1 seul technicien sanitaire), d'équipements et de matériels d'hygiène et des difficultés de mobilisation des ressources financières.

2.2.12 Centre de santé du district de Saraya

Date : 04 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- CAMARA Baba, Médecin chef.

Les interventions du district sanitaire de Saraya au niveau des sites d'orpaillage sont insignifiantes et se limitent à des activités ponctuelles et les plus souvent motivées par la survenue des épidémies et des catastrophes.

Les sites d'orpaillage se trouvant dans les zones d'intervention directes des postes de santé et d'accès faciles sont généralement couverts par des campagnes de vaccination et de traitement de masse. Mais les activités de santé en faveur de la femme (SR, PF, CPN, CPoN) et de l'enfant, suivi des enfants sains et de nutrition restent bien timides sinon inexistantes.

Les populations des sites d'orpaillage de la circonscription de Saraya, se trouvant hors de site d'implantation des postes de santé et d'accès difficile sont pratiquement laissées pour compte en absence de catastrophes et autres événements sanitaires non habituels.

Sur les sites d'orpaillage de Saraya, on peut parfois dénombrer un nombre important de populations flottantes. Même vivant et travaillant sur le territoire du Centre de Santé du District, elles ne font pas administrativement partie des cibles des structures socio-sanitaires.

N'étant pas prise en compte lors de la planification, leur prise en charge pose des énormes problèmes aux services socio-sanitaires lors des interventions spécifiques limitées dans le temps (campagne de masse de vaccination, de déparasitage, distribution des médicaments de lutte contre des maladies et des carences en nutriments, etc.) et de routine (vaccination PEV, santé de la reproduction, suivi des enfants 0-5 ans, activités de référence et évacuation, etc.).

Pour couvrir les populations de tels sites, il faudra des stratégies avancées en moto par l'équipe des postes de santé et stratégie mobile en véhicule par le centre de santé du District.

En 2021, le district a pu faire seulement 2 activités de Santé de la mère et de l'enfant (SME) en équipe mobile avec l'appui financier de l'UNFPA et a en vue de mettre œuvre un projet de SME avec l'appui financier et technique de ISMEA.

Les très rares interventions en matière de santé, eau-hygiène-assainissement, de protection de l'environnement et de protection sociale menées par les Organisations de la société civile sont menées sans l'implication des services techniques.

2.2.13 Site d'orpaillage de Kolia

Date : samedi le 4 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- DANSOKO El Hadji Koliba, Chef de village ;
- KEITA Mamady, Orpailleur ;
- DANSOKO Kiéwoulen, Orpailleur.

Le site d'extraction du village visité, Douraba se situe à moins de 3 km du village. Sur ces lieux les orpailleurs s'adonnent essentiellement à l'extraction des minerais et au test de présence de l'or. Tout le travail se fait sans usage de machine.

On retrouve 2 types d'extraction de la roche (minerais) à savoir le décapage de la terre aux abords des ravins et le fonçage de puits/mines atteignant souvent les 15 mètres et davantage de profondeur.



Il faut retenir les conditions de travail sont très dures, voire extrêmes.

Des interviews réalisées auprès des orpailleurs sur le site, la moitié des plaintes sont en rapport avec des troubles musculo-squelettiques (TMS) c'est-à-dire un ensemble d'affections touchant les structures situées à la périphérie des articulations : muscles, tendons, nerfs, ligaments, bourses séreuses, capsules articulaires, vaisseaux...

Parmi les TMS les plus cités, on retient :

- Les lombalgies (douleurs au niveau du bas du dos) ;
- Les cervicalgies (douleurs au niveau du cou) ;
- Le syndrome du canal carpien au poignet ;
- Le syndrome de la coiffe des rotateurs à l'épaule ;
- L'épicondylite latérale au coude.

Sur le site les orpailleurs sont constamment exposés aux poussières, au bruit des pillons et des marteaux et le va et vient des engins de transport de minerais de Djouraba au site de traitement à Kolia.

Sur le site, les orpailleurs sont soumis aux aléas météorologiques, aux piqures d'insectes et aux risques de morsures de reptiles. Les activités ne demandent pas l'utilisation de produits chimiques.



Selon les personnes interrogées sur le site, les femmes constituent au moins 20% de la population d'orpailleurs.

Les aliments et l'eau consommés sur le site sont apportés des domiciles.

Pas de latrines sur le site. La défécation à l'air libre est le seul recours pour se soulager.

Durant les 3 dernières années, il a été enregistré un seul cas d'effondrement/éboulement de puits/mine artisanale mais sans perte en vie humaine.

Le site fait souvent l'objet de descente de Forces de l'ordre provoquant des fuites se soldant très souvent par des blessures et autres formes de traumatisme chez les occupants du site.

Site de traitement des minerais (Kolia)

Le site de traitement sert aussi de campement aux orpailleurs et aux prestataires des services et biens en lien avec les activités d'orpaillage. Il se trouve pratiquement dans le village de Kolia.



Les abris dans la plupart des cas sont constitués de huttes de branchages et de paille qui ne présentent aucune commodité et ne les protègent guère contre les intempéries. Ces habitats ne donnent pas accès aux ouvrages d'eau, d'hygiène et d'assainissement et sont particulièrement exposés à divers types d'accidents.



Le village mère de Kolia compte 2 pompes.

Les opérations de traitement de minerais de provenance diverse se fait pratiquement le long de la Falémé (à moins de 20 mètres du lit du cours d'eau).



Les activités des orpailleurs portent sur :

- Le concassage ;
- Le brassage de la poudre (obtenue après concassage) avec des produits chimiques.

Sur le site on retrouve comme équipements : des motopompes, des « moulins », des broyeurs, des concasseurs, des groupes électrogènes, des équipements et matériels utilisés pour le lavage de minerais.



Selon les personnes interrogées, les risques sanitaires sont liés en général :

- Aux particules de poussières ;
- Au bruit permanent provenant d'équipements de broyage/concassage de minerais, des pompes et des engins roulants ;
- Aux contraintes du travail (postures, charges et intensité du travail, stress) ;
- Aux risques d'accidents divers (chutes, courroie des broyeurs et de « moulins », éclats de pierre, accidents de la circulation) ;
- À la présence en nombre élevé et varié d'insectes qui piquent ;
- À la rencontre fréquente avec des serpents souvent dangereux.



On observe une importante présence d'enfants sur le site/campement d'orpaillage de Kolia.



Les risques sanitaires sont importants pour ces enfants qui sont soumis pendant plusieurs heures par jour au concassage et au lavage du minerai. Les bébés en compagnie de leur maman sont exposés à la poussière et au bruit des pilons.



Compte-tenu de leur situation de vulnérabilité, les enfants sont exposés sur le site de Kolia aux risques suivants :

- Affections pulmonaires dues aux particules de diverse nature en suspension dans l'air ambiant (poussières, fumées, vapeurs) ;
- Les risques de surdité par le bruit permanent.
- Autres affections associées à l'insalubrité du milieu (péril fécal, conjonctives, etc.).

La précarité de la situation alimentaire des enfants constitue un autre facteur de risque pour leur développement. En effet, le repas servis demeure en général insuffisant et de qualité très médiocre pour compenser les besoins énergétiques.

La qualité des aliments fournis par la restauration collective, de par le niveau de salubrité des lieux et les pratiques/comportements d'hygiène des gérants, est bien médiocre.



Il faut retenir que les enfants impliqués dans les activités d'orpaillage souffrent :

- De fatigue, voire de douleurs ostéo-musculaires dues aux efforts intenses pour charger/décharger les tricycles de minerais et charger les crusher ;
- D'affections oculaires et de manifestations dermatologiques diverses associées au contact avec des produits chimiques ;
- De blessures par éclats de pierre et chutes d'objets lourds.

Il n'est pas exclu qu'ils subissent l'exploitation sexuelle.

2.2.14 Site d'orpaillage de Bogodi

Date : dimanche 05 décembre 2021.

La personne rencontrée est :

- CISSOKO Fadiata, Chef de village.

Durant cette rencontre, le chef de village de Bogodi s'est laissé aller à un plaidoyer en faveur du maintien des activités d'orpaillage.

Avant les années 2013, il n'y avait qu'un seul bâtiment en ciment, la poste. De nos jours plus du 2/3 des concessions sont en ciment, avec dalles ou tôles. Les cases au toit de chaume ont pratiquement disparu.

Habitat /campement

Les concessions présentent un niveau acceptable de sécurité. Mais les conditions d'hygiène et de salubrité sont précaires.

Par endroit on retrouve des huttes servant d'habitation aux orpailleurs mais ne fournissant pas le minimum de confort et de sécurité.

Le mode de gestion des déchets dans le village est dérisoire. L'élimination des eaux usées et des selles des enfants fait partie des risques importants notés sur le terrain de transmission des maladies liées l'eau et à l'insalubrité du milieu.

Approvisionnement en eau pour les besoins domestiques

Le village de Bogodi compte plus d'une dizaine de forages équipés : 2 éatiques et 15 privés. Les points d'eau privés à but lucratif sont prioritairement destinés aux activités de traitement de minerais.

Bien qu'il existe un nombre important de forage dans le village, les populations rencontrent des difficultés à couvrir leurs besoins en eau. Fort possible que les 2 pompes implantées par l'Etat dans le village soient seulement accessibles au public.

Pour couvrir les besoins en eau en plus de l'apport des femmes et des filles, les populations utilisent les services des particuliers. L'eau de la fontaine publique est collectée en général dans des bidons de 20 litres le plus souvent des anciens contenant d'huile alimentaire et transportés par des pousse-pousse (petite charrette à 2 roues ou 4 roues poussée ou tirée par une ou plusieurs personnes) et des tricycles.



Pratiques alimentaires

On retrouve quelques points de vente des aliments. Le niveau d'hygiène et de salubrité des quelques établissements de restauration collectives observés (gargotes, débiterie, vente de café/thé avec omelettes) est insatisfaisant.



Les aliments et l'eau consommés sur le site d'orpaillage de Bogodi, appelé Fogoré, sont préparés à domicile et apportés aux travailleurs sur le chantier.

Il existe de risques élevés de contamination des aliments sur le site de Fogoré à savoir :

- Le mode de transport et les pratiques et habitudes alimentaires ;
- La pratique de défécation à l'air libre couplée à la faible voire l'absence de l'observance de l'hygiène des mains à savoir le simple lavage des mains au savon aux moments critiques.

Avec plus de 1000 habitants, le village ne dispose pas de centre de santé. Pour bénéficier de soins, les populations, y compris les orpailleurs, sont obligées de se rendre au poste de santé de Daloto se trouvant à 6 km de Bogodi, au poste de santé de Missira (19 km) ou au centre de santé de Saraya (60 km).

Les interventions de santé publique

Les interventions des services en termes de santé publique sont axées sur les seules activités de vaccination de routine (PEV) des enfants de 0-5 ans et de lutte contre les maladies tropicales négligées (MTN).

L'équipe de vaccination passe dans le village tous les mois. Bénéficient des antigènes administrés seules les cibles se rendant aux postes fixes de vaccination.

Les enfants des sites d'orpaillage sont rarement vaccinés.

Les autres services de santé publique se rapportent à la santé de la mère et de l'enfant, la santé de la reproduction (CPN, CPoN, PF), le suivi des enfants sains etc. ne sont pas fournis aux populations du village de Bogodi y compris celles vivant sur les sites d'orpaillages de la localité.

Le village et les localités environnantes n'ont pas connu d'interventions en termes de surveillance et de prévention des maladies de la part des services techniques d'hygiène publique à savoir :

- Surveillance et contrôle de la qualité de l'eau de boisson ;
- Promotion de la désinfection et bonne conservation de l'eau de boisson ;
- Hygiène de la restauration collective/aliments.

Type d'activités et procédés de traitement



Les activités sur le site portent essentiellement sur l'extraction des minerais et leur transport au village de Bogodi et autres sites de traitement. On observe 2 postes de concassage du minerai. Le site d'extraction est alluvionnaire ; il se trouve en hauteur du village de Bogodi.

Conditions d'hygiène et de sécurité

Les orpailleurs sont soumis à un certain nombre de nuisances, à savoir :

- Des nuisances sonores et vibratoires liées au fonctionnement des machines (broyeurs, concasseurs et groupe électrogène et la logistique mobile) ;
- La présence importante de particules en suspension (poussières) ;
- Exposition au soleil et autres aléas ;
- Des morsures de reptiles et de piqûres d'insectes ;
- Des risques importants de chutes dans les puits d'extraction ;
- Des risques d'accidents vu la mauvaise qualité des pistes et la faible visibilité due à la poussière, couplées à une absence de signalisation.

Les 5 dernières années, des accidents/effondrements ne sont pas survenus sur le site. Aux dires des personnes interrogées, cela s'explique en partie par le mode d'extraction alluvionnaire.

Force de reconnaître que le site d'extraction de Bogodi est très accidenté. Il existe des risques importants de chutes dans les multiples excavations et d'accidents surtout des véhicules motorisés sur le site.



2.2.15 Ville de Kidira

Sous-préfecture de Kenieba

Date : Mardi 07 décembre 2021

Les personnes rencontrées sont :

- BARADJI Galo, Sous-préfet ;
- SARR Daouda, Sous-préfet ;
- DIALLO Mamadou Djibril, membre du comité de veille et d'alerte (CVA) ;
- GUIRO Opa, Président du comité de veille et d'alerte.

La mission a effectué des visites de courtoisie successivement aux sous-préfectures de Kénièba et de Bélé.

L'équipe a été introduite auprès de ces administrations par M. Mamadou DIALLO l'ex-Député maire de Kidira et M. Opa GUIRO Fonctionnaire international en retraite

des NU, tous membres influents de Comité de Veille et d'Alerte du Sénégal et du Mali (CVA/SM).

De nos jours, il n'existe pas dans les circonscriptions des 2 sous-préfectures de sites d'orpaillage actifs. Mais les premiers responsables des 2 administrations sous-préfectorales restent préoccupés par la dégradation des eaux de la Falémé. Ils jugent salutaire la conduite d'une telle étude qui sans doute apportera des données scientifiques fiables pour des prises de décision justes.

Comité de Veille et d'Alerte du Sénégal et du Mali (CVA/SM) à Kidira

Date : Mardi 07 décembre 2021

Les personnes rencontrées sont :

- DIALLO Mamadou Djibril, membre du comité de veille et d'alerte (CVA) ;
- GUIRO Opa, Président du comité de veille et d'alerte ;
- TIGAMPO Djini, Délégué quartier ;
- GALO Samba, Membre CVA ;
- BA Moctar, coordinateur CVA ;
- BATHILY Mamadou, membre CVA ;
- SOW Demba, membre CVA ;
- DIALLO Mamadou, membre CVA ;
- DEMBELE Abdoulaye, membre CVA ;
- BARRY Seydou, membre CVA ;
- LY Sega, membre CVA.

La rencontre avec les membres et sympathisants CVA s'est tenue dans la concession de M. Opa GUIRO dans l'après-midi du 07 décembre 2021.

Les impacts négatifs de la dégradation de la qualité des eaux de la Falémé ont été évoqués et commentés par les représentants des différents ordres professionnels, dont les activités sont intimement liées à la Falémé :

- Représentants des agriculteurs ;
- Représentants des éleveurs ;
- Représentants des pêcheurs.

La dégradation des eaux de la Falémé s'est montrée inquiétante à partir de 2018. Le processus de dégradation va en s'aggravant. Les participants de la rencontre lient la dégradation effrayante de la qualité des eaux du Fleuve Falémé par les impacts de l'orpaillage en général et de drague en particulier.

Des échanges avec les membres et sympathisants de CVA/SM on retient essentiellement leurs cris de cœur relatifs au niveau de pollution de la Falémé et ses impacts sur le tissu socioéconomique.

Selon le porte-parole des pêcheurs, la production de poissons a drastiquement baissé et la disparition de certaines espèces de poissons exigeant des eaux claires. Les caïmans ont pratiquement disparu de la localité de Kidira. Du "jamais vu" selon l'interlocuteur, il a été observé de cadavres flottant d'hippopotame dans la Falémé Kidira et environs.

Les pêcheurs se trouvent contraints de partir vers d'autres cours d'eau moins pollués, le plus souvent le Sénégal à Kayes localité frontalière du Mali. Leurs femmes et filles qui s'occupaient de la vente de poissons se sont converties à d'autres petites activités génératrices de revenus. Les populations commencent à se méfier des produits de pêche provenant de la Falémé.

Le contact prolongé avec les eaux du fleuve (pêche, jardinage, confection des briques et conduite de animaux) peut s'accompagner de démangeaisons chez certains individus sous forme d'étéirement s'expliquant probablement par la charge en banco/terre. Le banco en séchant va obligatoirement s'accompagner de l'étéirement de la peau provoquant un inconfort

Les enfants qui s'amuse constamment dans la Falémé présentent des affections dermatologiques, information qui n'a pas été confirmée par le Médecin chef du District sanitaire de Kidira.

Les allocutions des éleveurs ont tourné essentiellement sur les impacts sanitaires sur le cheptel la consommation de l'eau de la Falémé. Il y a fréquemment de cas de d'avortements et de mort-nés chez les vaches s'abreuvant dans la Falémé comparativement à celles servies à partir d'autres sources comme les forages et les puits. Aussi les cas d'amaigrissement, maladie et de mort au sein des troupeaux ayant comme source de breuvage les eaux de la Falémé. Des informations reçues des éleveurs ayant pris la parole lors la rencontre, on comptabilise la perte (mort) plus d'une quinzaine de têtes de gros ruminants et une vingtaine de petits ruminants.

Dans la localité, il existe 2 types d'élevage à savoir l'élevage traditionnel extensif et l'élevage intensif et l'élevage urbain/péri-urbain.

- L'élevage extensif, est essentiellement fondé sur l'utilisation des ressources naturelles disponibles : eau, pâturage, etc. sans recours aux intrants zootechniques. Seuls les animaux fortement touchés par la "fatigués" ou malades pourraient éventuellement avoir accès aux intrants. Ce type d'élevage repose sur la mobilité ou transhumance des éleveurs et des troupeaux à la recherche de l'eau et des pâturages (pendant la longue période de saison sèche, 8 à 10 mois) et les zones de cures salées. Les périodes de sécheresse importante, la perte du cheptel dans ce type d'élevage est monnaie courante dans la sous-région.
- Le type urbain/semi-urbain qui se pratique sous 2 formes à savoir : (i) le mode sédentaire basé sur une exploitation des ressources fourragères avec des troupeaux de bovins et d'ovins de plus petite taille qui bénéficient pour certains d'une alimentation complémentaire et (ii) les pratiques d'embouche ou de production laitière (stabulation permanente ou temporaire durant quelques mois). On peut aussi le rencontre dans certains villages.

La contrée de Kidira constitue une zone importante de transhumance des animaux en provenance du Mali, de la Mauritanie et d'autres localités du Sénégal. Donc une zone à risques importantes de survenue des épizooties.

Il faut retenir que la sous-région est assujettie à des épizooties qui disséminent le cheptel. La peste des petits ruminants, le charbon symptomatique, les dermatoses nodulaires, la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) et la pasteurellose bovine/ovine causent des dégâts importants au sein du cheptel

Pour faire face aux pertes énormes dues à la PPR, il a été élaboré un Programme mondial d'éradication de la peste des petits ruminants, et de la réalisation, à terme, de l'objectif d'un monde libéré de la PPR d'ici à 2030. Il y a un engagement de la Communauté internationale lors de la Conférence internationale d'Abidjan tenue le 31 mars au 2 avril 2015 d'éradiquer la PPR d'ici 2030.

La perte d'animaux évoquée lors de la rencontre peut-elle s'expliquer par le seul de la consommation de l'eau de la Falémé ?

La plainte des maraichers tourne autour de la chute impitoyable de la production et la limite choix de produits à récolter. Ils ne peuvent cultiver que le pigment et le gombo dont les jeunes plants supportent plus ou moins la charge de banco/terre dissous dans les eaux de la Falémé et mais n'atteignent pas eux aussi leur développement normal car l'humidité ne reste pas sur les plancher arrosé (assèchement rapide de l'eau sous les plants). Les jeunes plants de laitues et de choux ne meurent une fois arrosés par les eaux provenant de la Falémé. Certaines espèces ont pratiquement disparu comme les grenouilles et les milles pattes.

L'association juge indispensable l'engagement ferme des hautes autorités du Sénégal d'amener leurs homologues de la sous-région pour des prises décisions idoines pour sauver la Falémé.

2.2.16 Village de Toumboura

Date : mercredi 08 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- DIAKITE Lassana, Chef de village ;
- Une quinzaine d'éleveurs et cultivateurs du village.

L'assemblée générale convoquée par le chef de village, s'est déroulée sous forme de consultation publique tenue sous la présidence dudit chef.



Le village de Toumboura n'abrite ni campements, ni sites d'orpaillage. Mais dans les 30 km à la ronde, on trouve au moins 3 sites d'exploitation artisanale de l'or plus ou moins actifs : Sambahi situé peu près à 10 km, Dioubaba (30 km) et Fadjiguitebe (30 km).

La détérioration de la qualité de l'eau de la Falémé, qui est devenue très boueuse, a débuté vers 2017. Une bonne partie des participants à la réunion l'explique par les activités de dragage en cours dans le lit de la rivière. Les dragues appartiennent à des exploitants détenteurs de permis délivrés au Mali.

Cette perturbation du milieu a affecté les activités traditionnelles de production comme la pêche, l'élevage et le jardinage.

Les activités de jardinage qui étaient jadis très pratiquées le long de la Falémé ont été particulièrement impactées par la modification du milieu naturel. Comme la fraîcheur et l'humidité ne restent plus sur le sol arrosé avec l'eau boueuse de la Falémé, cela ralentit le développement des plants qui deviennent rabougris. Impossible de faire pousser les laitues, le concombre et les tomates ; leurs jeunes plants ne supportent pas cette eau boueuse. En conséquence, les jardiniers n'exploitent que le maïs, le haricot et les patates douces.

La pêche a aussi été perturbée par la « pollution » du fleuve ; il n'y a plus que quelques rares poissons qui n'exigent pas d'eau claire. Les poissons trouvés dans la Falémé ont perdu certaines caractéristiques gustatives et visuelles à savoir leur saveur, leur couleur et ils ont une odeur. Pour le moment leur consommation ne s'est pas accompagnée des troubles digestifs ou de douleurs.

Contrairement à Kidira, les gens signalent la présence d'autres animaux aquatiques comme les grenouilles, les crapauds, les hippopotames et les caïmans. Mais leur nombre diminue, ce qui est habituel sous l'effet de la pression anthropique. En 2021, les cadavres flottants de 3 hippopotames ont été trouvés dans le fleuve au niveau de Toumboura. Tirés de l'eau, leurs corps étaient en état de décomposition et ne pouvaient donc plus faire l'objet de consommation humaine. Il est plus probable que ces hippopotames aient été blessés par des chasseurs et ensuite soient morts de leurs blessures, plutôt que leur mort soit imputable à la qualité de l'eau de la Falémé.

Les déclarations des 5 éleveurs et/ou propriétaires de bétail se sont axées sur la perte de leur bétail en 2021 : plus de 30 gros ruminants et plus de 40 petits ruminants.

Tous associent cette perte importante du cheptel à l'eau de la Falémé. N'ayant pas d'autres alternatives pour les faire boire, la Falémé reste la source principale d'abreuvement des animaux du village et des localités environnantes.

Le type d'élevage pratiqué à Toumboura, ne diffère pas de celui de Kidira à part que l'élevage de case est plus pratiqué. Les animaux de 2 localités restent exposés aux mêmes risques épizootiques. Le type d'élevage est majoritairement extensif, donc basé sur l'utilisation des ressources naturelles disponibles. De facto la diminution ou la rareté des ressources naturelles (eau, pâturage, etc. et en n'utilisant pas ou peu de suppléments alimentaires) couplée à des risques importants d'épizooties et sans un accompagnement vétérinaire peut conduire à la situation actuellement déplorée par les éleveurs.

Aujourd'hui la population de Toumboura se demande si la mort du bétail est provoquée par la consommation de l'eau de la Falémé ? Mais elle devrait aussi se questionner sur la régularité des campagnes de vaccinations vétérinaires.

Le village vit par moment des difficultés en termes d'approvisionnement en eau. Le village est doté de 4 pompes manuelles (forages) qui connaissent souvent des pannes fréquentes et prolongées. Malgré la pollution décriée par la population,

jusqu'à nos jours, le fleuve fait l'objet d'usage domestique (lessive, vaisselle) et bains. Il n'est pas exclu qu'on en boive aussi.

Poste de santé de Toumboura

Date : mercredi 08 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- DIABI Mamadou, Chef de poste ;
- BA Mme DIAYE Awa, Sage femme.

Le village de Toumboura possède un poste de santé qui fournit le paquet soins (curatifs, préventifs et promotionnels) de santé conformément à son plateau technique. Des consultations journalières, il n'est pas enregistré de pathologies imputables aux impacts de la pollution dans la Falémé.

2.2.17 Village / Campement Dounde Mamadou Sankou

Date : mercredi 08 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- CISSOKO Cheick Oumar, Chef du village ;
- BA Oumar, cultivateur et éleveur ;
- DIA Issa, cultivateur et éleveur ;
- BA Seydou, cultivateur et éleveur ;
- DIA Seydou, cultivateur et éleveur.

Le village de Doundé Mamadou Sankou n'a pas de site d'orpaillage et longe la Falémé. La population se consacre exclusivement aux activités agropastorales. La pêche n'est pas pratiquée.

Des échanges avec les habitants, il ressort ce qui suit.



Les populations ont commencé à remarquer de façon marquée la dégradation de l'eau de la Falémé à partir des années 2018.

Contrairement aux éleveurs de Kidira et de Toumboura, les populations d'éleveurs de Doundé ne soulignent pas d'impacts négatifs sur les animaux. Les animaux s'abreuvent uniquement au fleuve.

Par contre la situation a fortement endommagé les activités de jardinage. Cette année, il s'est avéré impossible de mener des activités de jardinage le long de la Falémé. Pour des besoins d'arrosage, les jardiniers font des mini-puits dans la partie sans eau du lit du fleuve. Ce procédé de filtration permet de collecter de l'eau beaucoup moins chargée en matière en suspension (MES).

Jusqu'à nos jours les populations continuent d'utiliser l'eau du fleuve pour des besoins domestiques (lessive, vaisselles et bains). Cependant, elle n'est pas utilisée pour la lessive des habits blancs et assimilables.

A Doundé, 2 pompes à motricité humaine (forage), dont une en panne depuis 2005, approvisionnent en eau le village.

En cas de panne de la pompe restante, ce qui arrive fréquemment et peut durer 2 jours, le village s'approvisionne en eau dans le village Ali Hara, situé à 4 km, où les gens creusent des puits le long de la Falémé, procédés leur permettant de collecter une eau relativement limpide, car filtrée par les alluvions.

L'eau consommée au niveau domestique est incontestablement contaminée bactériologiquement, vu les pratiques tout au long de la chaîne (collecte, transport, stockage et utilisation). Ne faisant pas l'objet de désinfection avant l'usage, l'eau utilisée dans le village sert certainement de véhicule de transmission des agents responsables de maladies liées à l'eau.

Il n'a pas été noté de plaintes auprès des rares individus (bergers, jardiniers, femmes/enfant) buvant par moment l'eau du fleuve lors des activités de jardinage, de l'abreuvement des animaux, de lessives/vaisselle et de baignades.

En cas de besoins de santé, le village passe voir ou fait appel à son relais médical pouvant fournir juste les soins élémentaires. Les habitants ont aussi accès aux soins au poste de santé de Sandégou situé à 7 km.

2.2.18 Village de Ballou

Date : jeudi 09 décembre 2021

Les personnes qui ont été rencontrées :

- NIAGARE Mamadou, Chef du village ;
- Plusieurs jardiniers / jardinières.

Le village de Ballou, situé aux abords de la Falémé ne renferme pas de site d'orpaillage.

En plus du petit commerce, les activités principales des populations locales sont l'agriculture, l'élevage et la pêche. Mais les étrangers sont prédominants dans la pêche à but lucratif.



Les personnes consultées témoignent d'une dégradation progressive d'année en année des eaux du Fleuve et l'associent aux activités d'orpaillage dans le lit du cours.

Les activités de pêche et de jardinage ont été fortement endommagées par le phénomène.

Non seulement la quantité de poisson pêchée a diminué mais il devient difficile de le vendre en présence de poisson provenant d'autres cours d'eau supposés non pollués. Les populations de Ballou commencent à craindre de consommer l'eau et les produits de la pêche provenant de la Falémé.

Dans le domaine du maraichage, les jeunes plants supportent difficilement l'arrosage avec les eaux provenant directement de la Falémé compte tenu de leur charge en matières en suspension (banco et terre) et le fait que l'humidité ne dure pas sur les plantes arrosées.

Les jardiniers travaillant le long de la Falémé ne peuvent que se consacrer à la production de piments et de gombos. Pour cultiver le lotus, le concombre, la tomate et l'oignon, les jardiniers doivent opérer hors des zones d'influence de la Falémé et utiliser l'eau provenant d'autres sources (puits, forage et retenues d'eau).

De l'interview avec un représentant des pêcheurs (voir la liste), ses propres enfants se plaignent d'inconfort passager, voire de rares de douleurs abdominales, suite à la consommation de poissons pêchés dans la Falémé au niveau de Ballou. Mais lui ne s'en plaint pas.

Des échanges avec les représentantes de l'Association de femmes jardinières et des femmes leaders communautaires, il ne ressort pas d'indices en lien avec des problèmes de santé de la mère et de l'enfant consécutifs à la détérioration des eaux de la Falémé. Elles n'ont ni vu, ni entendu parler de naissances avec malformation, de mort-nés, fosses couchées et autres problèmes similaires inhabituels.

Le contact prolongé avec l'eau au cours des activités réalisées au fleuve (lessive, vaisselle, bain, arrosage et confection des briques) provoque chez certains des réactions dermatologiques comme des étirements de la peau, des prurits et des éruptions cutanées superficielles des parties du corps exposées, Mais le plus souvent le mal est solutionné par un bain avec l'eau d'autres sources (puits, PMH du village) et en se passant de la pommade sur le corps.

Le village de Ballou dispose d'une adduction d'eau sommaire (AES) fournissant l'eau aux populations à partir de 44 bornes fontaines dont 4 publiques et 40 dans des concessions privées. On compte plus d'une vingtaine de puits traditionnels non aménagés. L'eau utilisée au niveau ménager à Ballou ne fait pas l'objet de désinfection prophylactique.

Pour raison de diminution dramatique des poissons dans la Falémé, les activités de pêche se déplacent de plus en plus sur le Fleuve Sénégal où les eaux sont moins contaminées et plus poissonneuses. Une partie des pêcheurs a immigré dans la nouvelle zone de pêche. Et d'autres se rendent pour la pêche et retournent à Ballou après des séjours.

La Falémé est le lieu d'abreuvement du bétail. Contrairement à Kidira et Toumboura, les troupeaux s'abreuvant à la Falémé ne présentent pas de problème de santé.

Centre de santé de Ballou

Les personnes qui ont été rencontrées :

- SALL Samba, Chef de poste ;
- DIAYE Mme FAYE Adam, Sage-femme.

Le Village de Ballou a un poste de santé tenu par un infirmier, une sage-femme et un dépositaire et un aide-soignant.

Les praticiens n'ont pas enregistré des formes nosologiques inhabituelles et pouvant faire penser aux impacts sanitaires provoqués par la dégradation de la qualité des eaux de la Falémé.

2.2.19 Centre de santé du district de Kidira

Date : jeudi 09 décembre 2021

La personne rencontrée est :

- N'DIAYE Damou, Médecin Chef

Le district sanitaire de Kidira compte 3 sites d'orpillage inactifs (Kénièba, Madina Foulbé et Lamine Nia). Sur ces sites les interventions du centre de santé du District sont essentiellement axées au suivi des infections sexuellement transmissibles chez les professionnelles du sexe et aux activités de vaccination.

Les populations des sites d'orpillage du district sanitaire de Kidira ne bénéficient pas d'autres suivis de santé publique.

Les motifs de consultation au centre de santé de Kidira n'ont pas évolué avec la pollution de plus en plus accentuée des eaux de la Falémé.

Des consultations journalières au niveau du Centre de santé de Kidira, il n'est pas notifié des cas de pathologies qui pourraient s'expliquer par les expositions aux eaux et/ou à la consommation des produits de pêche et de jardinage des berges de la Falémé.

3 ETAT DES LIEUX SOCIO-ECONOMIQUES ET TECHNIQUES DE L'ORPAILLAGE

Rappel de l'objectif : caractériser l'activité d'orpaillage dans la zone d'étude du point de vue socio-économique et décrire les techniques employées pour extraire l'or.

3.1 Détermination de l'état des lieux socio-économique de l'orpaillage dans la zone de l'étude

Sur les pratiques et sur l'organisation des orpailleurs, les sources d'information reposent sur la bibliographie et les résultats d'enquête de terrain auprès des orpailleurs. Des entretiens ont été menés avec 95 personnes, certains en groupe d'autres en individuel pour toucher le maximum de personnes. Deux zones ont été ciblées : la partie amont du bassin de la Falémé et la partie aval.

Les modèles de fiches d'enquêtes qui ont servi aux experts pour interroger les parties prenantes sont présentées dans l'annexe 9, n°5 ; ces enquêtes ont été effectuées auprès des autorités administratives, des services techniques, des ONG, des autorités locales (chef de village), des orpailleurs, des producteurs maraîchers, des agriculteurs, des éleveurs, etc.

L'étude socio-économique comprend deux parties :

- La première concerne la description et l'analyse des principaux éléments socio-économiques qui caractérisent l'activité d'orpaillage dans le bassin de la Falémé comme la localisation des sites, la taille, le nombre d'artisans, le caractère légal / illégal, saisonnier ou pérenne, mécanisé ou traditionnel, la composition de la population locale, sa nature sociologique et sa nationalité ;
- La deuxième partie porte sur l'organisation de l'exploitation et du commerce de l'or.

3.2 Géologie et localisation des sites d'exploitation artisanale

Un résumé de la géologie de la Falémé est ajouté au rapport (annexe 4).

Le bassin de la Falémé est caractérisé par une abondance des ressources en or, dans un contexte géologique dominé par les formations anciennes précambriennes plus connues sous le nom du Birrimien (aujourd'hui, on écrit Birimien). C'est un complexe géologique, à cheval sur le Mali et le Sénégal sur le long de la frontière, appelé la boutonnière Kédougou-Kéniéba (Sofreco, 2021, p.55).

L'exploitation aurifère traditionnelle y est une activité séculaire qui remonte à l'époque des grands empires du Ghana et du Mali. Le bassin de la Falémé est le siège de plusieurs types d'exploitations artisanales : éluvionnaire, alluvionnaire et filonienne. L'activité d'orpaillage est plus intense dans la partie amont qu'en aval. En fonction de la profondeur des roches minéralisées, les orpailleurs exploitent à partir de puits (l'or filonien) ou de tranchées (l'or alluvionnaire). Sur le plan de la temporalité, l'activité d'orpaillage est rythmée par les saisons. Avant les années 1980, l'orpaillage et l'agriculture étaient deux activités complémentaires. Les sites miniers étaient fréquentés pendant la saison sèche, tandis que la saison des pluies était réservée à l'agriculture. Ce calendrier permettait d'assurer la sécurité alimentaire de la communauté. Mais à cette époque, l'exploitation artisanale était essentiellement éluvionnaire et alluvionnaire, exploitation faite à proximité de la rivière. Pour les mines filoniennes, les minerais extraits en saison sèche étaient traités (concassage, broyage, lavage) pendant la saison des pluies, lorsque le niveau de l'eau dans les puits était au plus haut. A la saison sèche, à cause du niveau très bas de l'eau dans les puits, l'activité était au ralenti.

Dès le milieu des années 1980, l'exploitation devient continue dans les mines filoniennes. En effet, l'orpaillage est pratiqué toute l'année grâce à la mécanisation, notamment l'usage des groupes électrogènes pour faire remonter les eaux de la rivière ou pomper l'eau des puits miniers.

La carte ci-dessous présente les différents sites miniers étudiés durant la mission de terrain (29 novembre au 10 décembre 2021).

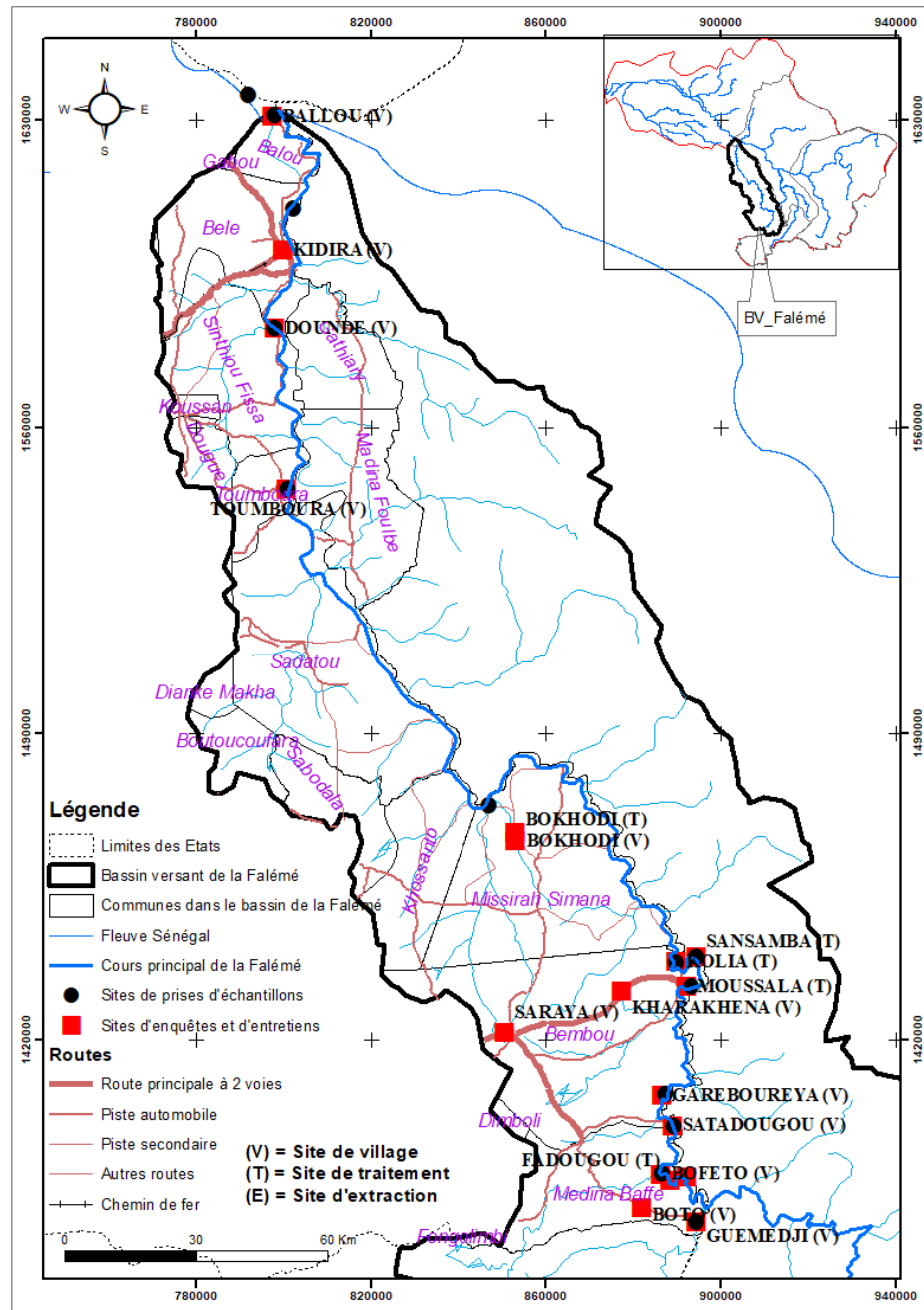


Figure 17 : Carte de localisation des sites enquêtés

Dans la partie amont, ce sont surtout des villages d'orpailleurs : Guémédié (site de Fadougou), Boféto, Moussala, Kolya, Sansamba, Bokhodi. Quatre sites étaient actifs au moment du déroulement de nos enquêtes de terrain.

3.3 Présentation des différents sites d'orpaillages visités

3.3.1 Le site de Fadougou (commune de Madina Bafé)

Fadougou est un campement d'exploitation artisanale qui dépend du village de Guémédié. C'est la partie aval de la Falémé, à l'extrême sud, à la frontière avec la Guinée et le Mali. Fadougou porte le nom du village malien d'orpaillage situé sur l'autre rive de la Falémé. Ce site d'exploitation artisanale ne fait pas parti des couloirs d'orpaillage délimités par le Ministère de la Géologie et des Mines du Sénégal, en

2014. L'activité se déroule dans l'illégalité, ce qui a rendu difficile l'organisation des entretiens. La mine de Fadougou est une exploitation filonienne, qui a connu sa première ruée en 2019, selon le chef *tomboulma*, M. Cissé (le 2/12/2021). Le site polarise les villages de Guémédié, Bofeto, Satadougou, Garébouréa où ont été effectués des entretiens, en vue d'un recoupement des informations. A Fadougou, l'activité d'extraction se fait en toute saison, mais elle est moins intense pendant la saison des pluies, à cause du remplissage des puits d'extraction. Le travail est au ralenti pendant cette période de l'année, sauf pour ceux dont l'orpaillage constitue un moyen de subsistance. L'usage de motopompes pour remonter l'eau ou acclimater le puits, l'utilisation de « cracher » (broyeur) dans le traitement du minerai, sont autant d'éléments qui modifient le caractère traditionnel de l'exploitation. Après trois ans d'activité, le site est aujourd'hui dans sa phase de déclin. Le nombre d'orpailleurs est passé d'environ 500 à 100 entre 2019 et 2021. Il faut considérer que ce sont ces 100 personnes qui sont les permanents, les 400 autres sont des intermittents. La plupart des *niafa*, habitations précaires des migrants miniers, sont fermées. Ce dépeuplement s'expliquerait par l'épuisement de la ressource. De nombreux orpailleurs ont abandonné la mine au profit d'autres sites de la région ou du Mali.



Sur ce site, comme dans les autres, la composition de la population est marquée par la prédominance d'artisans d'origine malienne.

3.3.2 Les sites de Garébouréa, Kolya et Sansamba (commune de Bambou)

Les enquêtes menées dans ces trois villages, situés dans la commune de Bambou, ont permis de constater des divergences entre ces trois sites.

A Garébouréa (autre orthographe : Garebouya, Gareboueya), la pratique de l'orpaillage a été longtemps saisonnière. Elle venait en complément des activités agricoles. A partir de 2016, avec la découverte d'une mine de filon, l'exploitation artisanale de l'or a subitement pris de l'ampleur, prenant le dessus sur l'agriculture. L'élan minier a d'autant plus bouleversé les activités agricoles, que le village a connu une grande affluence de mineurs d'horizons divers. Selon Mamadou Sylla, *tomboulama*, le village avait accueilli environ 1000 personnes, la grande majorité étant constituée de maliens, de burkinabés et guinéens. Au moment de la mission de terrain, les activités d'orpaillage étaient à l'arrêt à Garébouréa.

Le site exploité se situerait à l'intérieur du couloir, mais la durée de vie du gisement a été très courte. La mine de filon épuisée, les orpailleurs ont abandonné le site pour aller à Fadougou et à Kharakhéna. Avec le déclin de l'activité d'orpaillage, les autochtones sont retournés vers l'agriculture. La brève période minière a néanmoins permis à certains de construire leur maison et d'envoyer leurs enfants en Europe.

A **Kolya**, comme à Sansamba, les sites d'extractions sont actifs, même si le nombre d'orpailleurs est relativement réduit en cette période de fin d'hivernage. L'exploitation est à la fois alluvionnaire et filonienne. Cependant, dans les deux cas, le nombre de personnes en activité aux niveaux des sites d'extraction et de traitement, ne dépasse pas la centaine. Les puits d'orpaillage, remplis d'eau à la fin de la saison des pluies, ne sont pas accessibles. Dans ces villages, comme c'est le cas à Fadougou, les orpailleurs d'origine malienne sont majoritaires.



Le site de Kolya ne se situe pas dans des couloirs d'orpaillage délimités par le Ministère de la Géologie et des Mines. Cela semble traduire leur caractère illégal. D'ailleurs les orpailleurs prennent la fuite lorsqu'ils aperçoivent des inconnus. La tentative d'encadrement, déclenchée par l'Etat en 2014, a toutefois permis à certains de disposer de la carte d'orpaieur. C'est le cas du chef *Tomboulma*, dont la carte a été photographiée ci-dessous.



Cette carte d'orpaieur, appartenant au chef *Tomboulma* de Kolya, est une forme de reconnaissance de l'exploitation artisanale, définie théoriquement par le code minier (2016) comme étant une activité d'extraction qui n'utilise que des méthodes et des procédés manuels et traditionnels. Dans les faits, l'activité a connu de profondes mutations (voir partie technique).

A Kolya, l'unité de traitement des minerais est distante d'une dizaine de kilomètres du site d'extraction. Elle se trouve aux abords de la Falémé. Les motocycles assurent la liaison entre le site et le lieu de traitement. Au niveau du site de traitement, des « moulins » permettent de broyer le minerai avant de subir un premier lavage sur le tapis (aussi appelé : moquette). Des motopompes sont installées pour tirer l'eau de la Falémé, eau utilisée pour le processus de traitement. L'activité y est très mécanisée.

Le sénégalais détenteur de la carte d'orpaieur, gagne davantage en légalité, ce qui lui permet de couvrir deux à trois équipes d'exploitants.

Contrairement à Kolya, la mine de filon de **Sansamba**, exploitée depuis le début des années 1990, disposerait d'une reconnaissance juridique. En effet, dans le cadre de la formalisation de l'activité d'orpaillage en 2014, l'arrêté ministériel 02472 du 10.02.2014 avait affecté à ce village deux couloirs d'orpaillage respectivement numérotés 7 et 8. Les couloirs sont des délimitations à l'intérieur desquelles l'exploitation artisanale est autorisée (voir Art. 1 de l'arrêté).

Périmètre			Coordonnées UTM, WGS 84	
Nom	N° Couloir	Point Sommet	X	Y
SANSAMBA	« Couloir n° 8 »	1	241043	1434260
		2	240900	1430068
		3	242321	1430370
		4	242321	1437439
		5	241540	1437279
		6	241931	1436125
		7	241966	1435059
		8	241504	1434455
		9	241043	1434260

Figure 18 : Exemple de couloir délimitant des zones d'exploitation artisanale

Cette délimitation donne un caractère légal aux sites en cours d'exploitation, mais l'orpaillage tel que pratiqué ne correspond pas à la définition que lui accorde le code minier (2016). Les outils ont beaucoup changé et amènent à reconsidérer la notion d'orpaillage.

3.3.3 Le site de Bokhodi, dans la commune de Missira Sirirmana

Bokhodi était un village d'agriculteurs où l'arachide et le coton constituaient les principales sources de revenus des populations. Contrairement à Kolya, il est situé à une quinzaine de kilomètres de la Falémé. A partir de 2013, l'exploitation artisanale de l'or a pris de l'ampleur avec l'apparition d'une mine filon (le *dioura* de Fangoré), ce qui a relégué l'activité agricole au second plan. Le chef de village reconnaît que les sites en exploitation ne sont pas reconnus par l'Etat, tout en défendant que c'est grâce à l'orpaillage que le village "a connu visage" (construction de maisons en dur, augmentation des revenus, développement des activités de commerce).



L'activité est hautement mécanisée. Ce sont des tricycles de grande taille qui transportent de façon continue, toute la journée, le minerai, du site d'extraction au

lieu de traitement. On a l'impression d'être dans une mine semi-industrielle. L'eau utilisée pour le traitement du minerai est prélevée à partir de la nappe. En effet, les orpailleurs de Bokhodi, un peu éloignés de la rivière, utilisent des points d'eau privés, dispersés autour du village. Il s'agit de forages appartenant à des investisseurs miniers locaux, qui vendent leur eau aux orpailleurs. Chaque pompe peut concentrer plusieurs machines (« crachers ») et constitue en cela un site de traitement.



Ces engins branchés à une pompe à eau coûtent chacun 10 000f CFA par jour.

Il en existe plusieurs autour du village, en fonction de la distribution spatiale des forages.

Tous les sites (villages d'orpailleurs) décrits ci-haut sont caractérisés par une installation des unités de traitement, au bord de la Falémé. A l'exception de Bokhodi, qui utilise les eaux de la nappe, dans les autres villages des pompes permettent de puiser directement les eaux de la Falémé pour le traitement des minerais. Cette proximité, associée au phénomène de ruissellement, peut entraîner les eaux polluées vers le lit de la rivière.

A côté des sites artisanaux, une autre catégorie d'orpailleurs opère sur le lieu de la rivière, avec dragues. Ce sont surtout des Maliens et des Chinois qui disposent d'une autorisation d'exploitation artisanale auprès des autorités locales maliennes. Du côté du Sénégal, ils opèrent dans la clandestinité. Ainsi, en amont comme en aval, ce sont les propriétaires des dragues qui sont impliqués dans la dégradation de la qualité des eaux de la Falémé.

3.4 Une exploitation minière à la fois industrielle et artisanale

Selon Touré B. (2002), « *L'or existe en abondance dans les terrains d'alluvions que traversent les affluents du Sénégal. Et plus on se rapproche de la Falémé et plus l'abondance de la poudre de l'or et la grosseur des pépites augmentent... La nature, la disposition et la situation de ces gisements en rendent l'exploitation très simple et très facile* ». Ce qui explique le choix des sites d'orpaillage près de la Falémé, au détriment de l'activité agricole (agriculture de décrue et maraichage). L'exploitation de l'or dans le bassin montre une dualité : là où les conditions des gisements d'or le permettent, des industriels exploitent (Sabodala au Sénégal et Loulo au Mali) ; là où les conditions ne le permettent pas, c'est « l'exploitation artisanale » qui prend la place. Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** indique les entreprises minières

présentes dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé et la Figure 19 montre les différents permis miniers de cette région.

Tableau 16 : Sociétés et titres miniers dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé (Service Régional des Mines, 2005)

Types	Sociétés et zones autorisées
Exploitation industrielle	Mineral Deposits Limited : MDL (Sabadola)
Exploitation artisanale	TERIYA (Maka Bigui, Sokhodofi) ; GUEYE ET FRERES (Kerekonko) ; LIBIDOR (Bondala, Mouran) ; SODATEC (Douta) ; CCIA (Yilimalo, Moussala) ; D RADES FINANCES (Missira Sirimina).
Recherche	Sociétés étrangères : RAND GOLD (Kanoumering, Kéniéba, Tomboronkoto) de l'Afrique du Sud ; OROMIN (Sabadola) ; AGEM (Bambadji) ; AXMIN (MW Sabadola) du Canada ; EXIMCOR (Khossanto).
	Sociétés nationales : SORED MINES (Khossanto); ROKAMKO (Khossanto) ; WATIC NAFPE ; SENGOLD , IAMGOLD ...

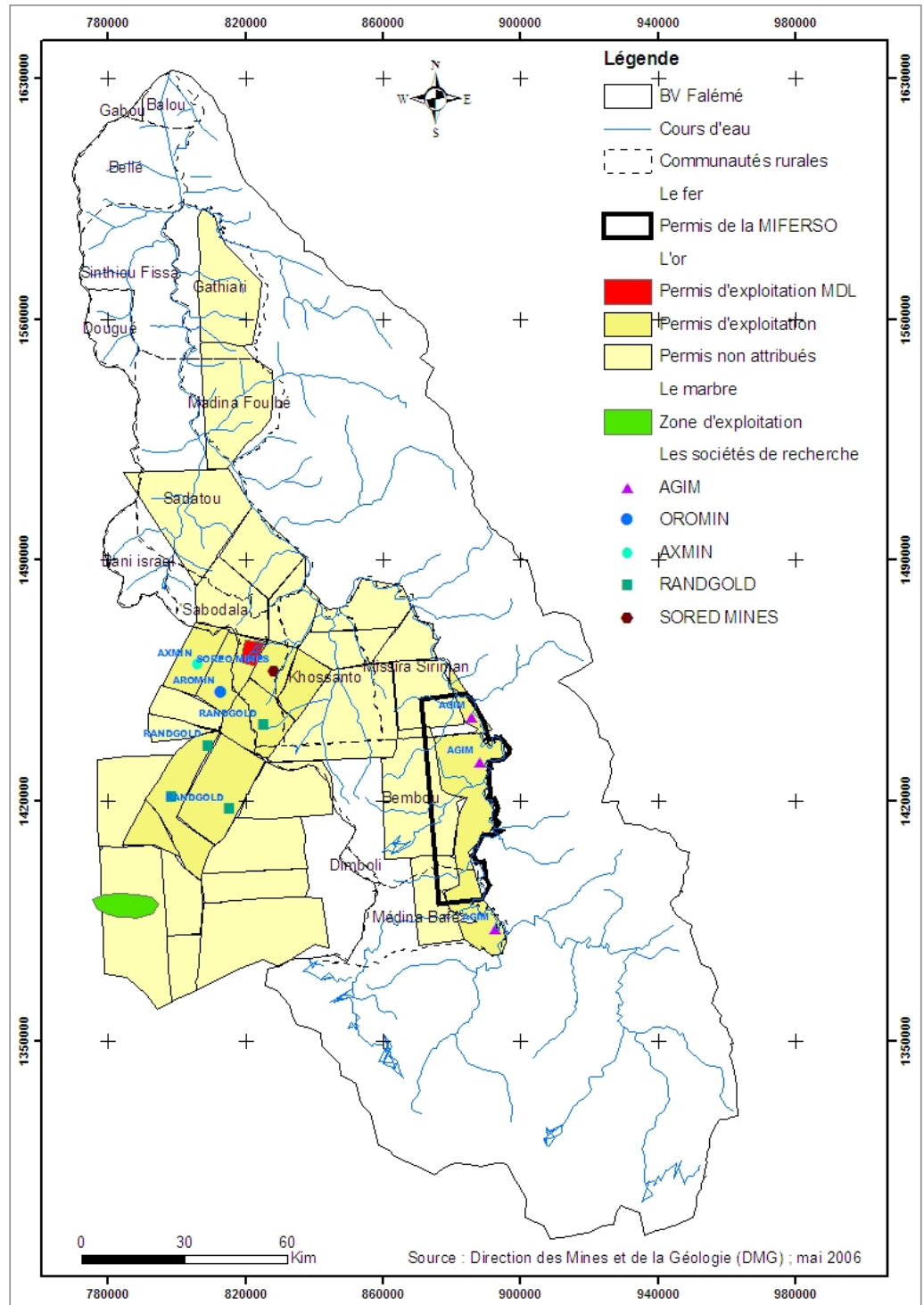


Figure 19 : Carte du potentiel minier et des permis d'exploitation dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé

3.4.1 Une exploitation industrielle limitée

L'exploitation semi-industrielle se fait sous forme de « petites mines » selon la terminologie du code minier : il s'agit d'une « exploitation de gisement de petite taille [...] ». Pour les métaux précieux, notamment l'or, est considérée comme petite mine toute exploitation dont la capacité de traitement journalière ne dépasse pas 250

« Tonnes de minerai ». L'exploitation ne peut pas dépasser 5 km² en superficie et 15 mètres en profondeur.

L'exploitation purement industrielle de l'or est assurée par de grandes sociétés étrangères.

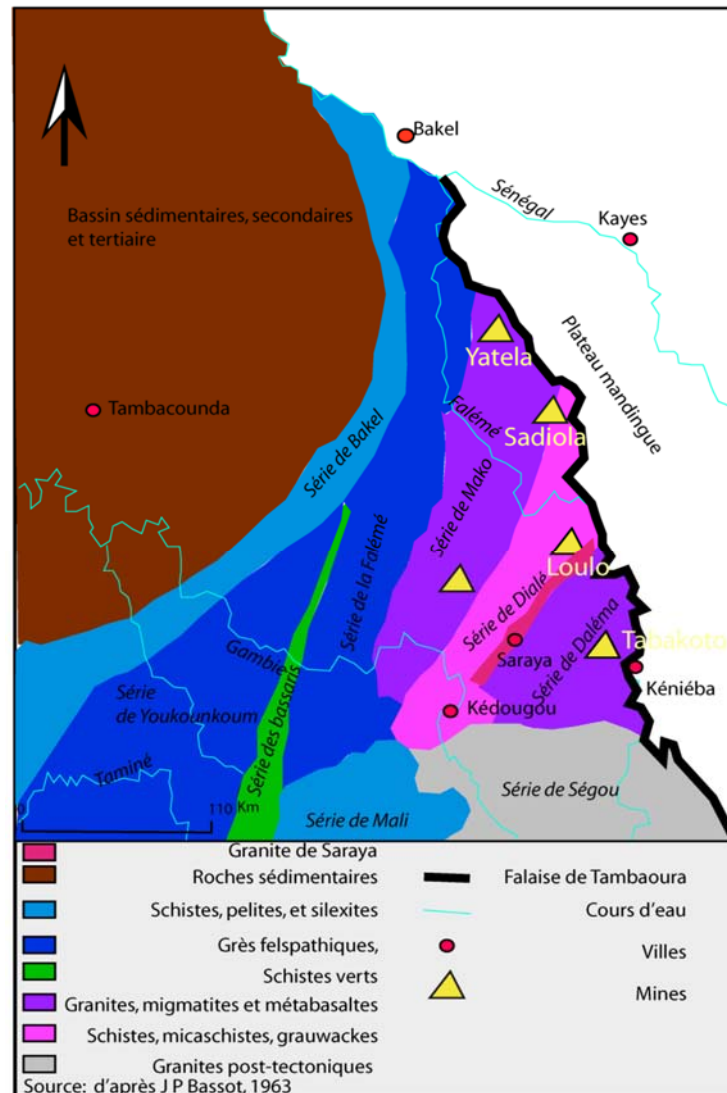


Figure 20 : Carte géologique du Bambouk

Dans la partie sénégalaise du bassin de la Falémé, la société Mineral Deposits Limited (MDL) à travers sa filiale Sabodala Mining Company (SMC), une société de droit sénégalais, est en charge de l'exploitation des gisements aurifères de Sabodala. Le permis d'exploitation couvre une superficie de 20 km² et les ressources estimées à 68 tonnes pour une production de 150 000 onces d'or (plus de 4 tonnes) par an durant 10 ans. En phase d'exploitation, la SMC a la capacité d'employer 500 personnes et prévoit le traitement d'environ 2 millions de tonnes de minerais par an. Les besoins en eau sont estimés à environ 3,5 millions de m³ par an, répartis entre les activités de l'exploitation, la compensation des pertes liées à l'évaporation des plans d'eau durant le stockage et la gestion des poussières, d'où la mise en place d'une conduite d'eau reliant la Falémé à l'usine. En plus de la SMC, d'autres sociétés étrangères et nationales mènent des activités d'exploration dans le bassin. Ce nombre élevé de sociétés et d'entreprises dans la partie sénégalaise du bassin de

la Falémé s'explique en partie par la présence de l'eau, élément indispensable pour le lavage des minerais. Ceci explique donc la position des différentes concessions minières par rapport à cette rivière (Figure 19).

3.5 Origines et compositions des orpailleurs

Les résultats de l'étude de l'ANSD (2018) sur les sites d'orpaillage révèlent que 4 orpailleurs sur 10 sont de nationalité sénégalaise (pas forcément des autochtones). Le nombre de sénégalais est supérieur aux autres nationalités, constitué d'autochtones et de personnes venants d'autres localités (village, ville). Les nationalités d'origine étrangère dominantes sont les maliens 39,6%, les guinéens 10,3% et des burkinabés 5,2%. On y rencontre aussi des Bissau Guinéens (0,2%), des Ghanéens (0,1%) et des Mauritaniens 0,1%. Les autres pays de la sous-région sont moins représentés : Gambie, Nigéria et Côte-d'Ivoire. Ainsi, un site d'exploitation artisanale est un univers caractérisé par une population composite, marquée par la diversité des origines. L'histoire du peuplement de la Falémé est présentée dans l'annexe 5.

Dans les sites visités, la communauté malienne se distingue par son fort pourcentage. A partir des données collectées sur les sites actifs de Fadougou, Garébouréa, Kolya et Sansamba, Bokhodi, un histogramme de répartition des origines des orpailleurs a pu être construit (Figure 21), et l'étude de l'ANSD se confirme : plusieurs nationalités y sont présentes avec des pourcentages très variables.

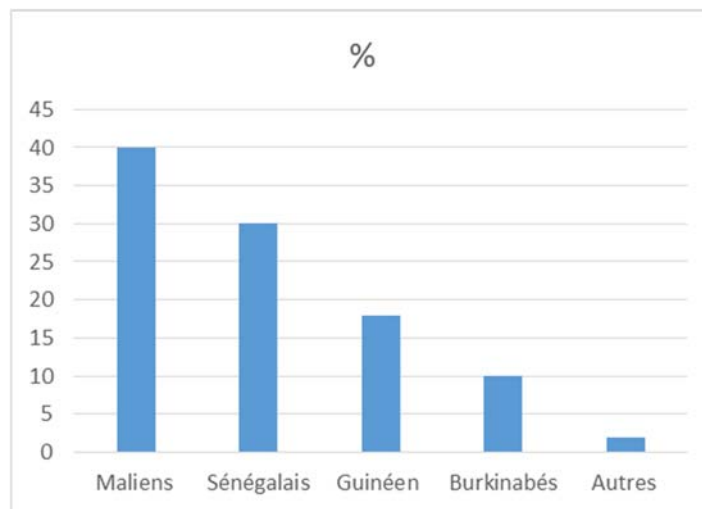


Figure 21 : Diagramme de répartition selon l'origine des orpailleurs à Fadougou

Source de données d'enquêtes de terrain

Le choix de Fadougou pour représenter la répartition de la population par origine s'explique par le fait que c'est un site exclusivement dédié à l'activité minière. Il donne une vision plus précise par rapport aux autres sites qui sont avant tout des villages. Ce diagramme est reproductible pour les autres localités enquêtées puisque les données (en pourcentage) sont très proches.

La présence en nombre important de maliens sur les sites d'orpaillage s'explique par plusieurs facteurs : la situation transfrontalière du bassin de la Falémé, la proximité culturelle entre les bambaras (Mali) et les malinkés du Sénégal, mais surtout la maîtrise de la technique d'orpaillage. Ainsi, les étrangers entretiennent des

relations apaisées avec les communautés autochtones. Les premiers sont maîtres de la technique d'extraction et les seconds s'occupent de la gouvernance du site. Le chef de site, les *tomboulmas*, les gardiens sont choisis parmi les résidents, à Fadougou, comme dans les autres sites : Sansamba, Kolya et Bokhodi. Les sénégalais sont généralement des investisseurs : prise en charge du matériel et de la restauration. Rare sont les sénégalais qui sont prêts à descendre dans les *damas* (puits d'extraction).

Sur le plan de la structure de la population, la tranche d'âge dominante est celle des adultes (de plus de 20 ans), soit 80 % des orpailleurs. Les jeunes de moins de 20 ans comptent 15% et les gens du troisième âge, 5%. Cette répartition a été presque constante dans les différents sites visités.

3.6 Organisation du sous-secteur de l'orpaillage

L'orpaillage est très souvent perçu comme une activité anarchique, mais en réalité l'activité est organisée par des normes qui s'apparentent aux formes organisationnelles des structures villageoises, communautaires et familiales (Kéita, 2001, p. 16). En effet, « l'activité artisanale repose sur un ensemble de prescriptions coutumières acceptées de tous ». C'est un système de normes coutumières profondément marqué par l'esprit communautaire (*idem*). Les sites ont leurs règles que tout orpailleur accepte d'avance en venant s'y installer. L'accès aux sites est accordé à tous, à condition de se soumettre aux règles en vigueur et la violation de ces règles est soumise à des sanctions. Parmi les délits qui peuvent être passibles de sanctions, on peut citer :

- Les rapports sexuels et les vols sur les sites ;
- L'accès des cordonniers et l'introduction du chien sur les sites en activité ;
- Le travail sur les sites les lundis.

Malgré le niveau de mécanisation et la formalisation avec les cartes d'orpailleurs et les couloirs d'orpaillages dans le bassin de la Falémé, ces prescriptions continuent d'encadrer l'exploitation artisanale de l'or. Ce sont des normes ancrées dans les esprits. Dans les différents sites visités, les lundis, les orpailleurs sont formels, aucune activité d'extraction n'est permise sur le site. Le lundi est ainsi devenu un jour de repos sans véritablement savoir l'origine de cette contrainte. En plus du lundi, largement respecté dans la sous-région, le vendredi les mineurs ne partent pas sur site. De façon consensuelle, il s'agit de permettre aux musulmans d'accomplir la prière du vendredi. Ces deux journées sont réservées au traitement des minerais disponibles.

Théoriquement, sur les 7 jours de la semaine, 5 sont œuvrés : samedi, dimanche, mardi, mercredi, jeudi. Au niveau des sites enquêtés, le nombre d'heures de travail par jour est estimé à 10h (de 8h à 18h). Au total, les orpailleurs font 50 heures de travail par semaine sans tenir compte des activités de traitement, réservées en général aux femmes.

3.6.1 Des mutations dans l'organisation du travail sur le site

A partir de cas étudiés au Mali, il apparaît que l'exploitation artisanale repose sur plusieurs modes d'organisation et d'intervenants : famille, groupement, coopératives ou associations, prestataires de services. Ces groupes socio-économiques se

caractérisent par la pluralité des intervenants : propriétaire de la terre, propriétaire du site, polices des mines, ordonnateurs, forgerons, commerçants.

Dans le bassin de la Falémé, les deux formes d'organisation rencontrées sur les sites de Fadougou, Sansamba, Kolya et Bokhodi, sont : le travail en famille et le groupement. Dans le premier cas, il s'agit du chef de concession (masculin ou féminin) et les membres de sa famille. Dans cette forme d'organisation, les retombées sont partagées au bénéfice de tous, par le chef de famille. A Sansamba par exemple, A. Diallo (mère de 3 enfants) est âgée de 57 ans. De la Guinée au Sénégal, en passant par le Mali, elle pratique l'orpaillage depuis 30 ans. A. Diallo et ses deux enfants travaillent ensemble, le troisième est à l'école. Elle s'occupe du traitement et les enfants vont sur le site d'extraction pour chercher le minerai. C'est grâce aux revenus de cette activité qu'elle prend en charge la famille et arrive à soutenir son enfant écolier.

L'organisation sous forme de groupe reste la forme dominante (Koya, Fadougou), les minerais sont stockés pour une durée d'une semaine voir deux avant d'être partagés entre les membres. Ensuite chacun se débrouille pour le transport et le traitement. Le travail est effectué à la chaîne par les creuseurs, les transporteurs, les laveurs avec machine (« cracher », sluice). Après le traitement final, les frais sont calculés et le reste est partagé entre les différents intervenants y compris les tomboulma et le chef de site.

L'orpaillage traditionnel repose sur un ensemble de groupements socioéconomiques comprenant :

- Le propriétaire de la terre (ou *Dugutigui*) qui est l'héritier du terroir villageois ;
- Le propriétaire du site (ou *Damantigui*) qui est l'autorité centrale des sites d'orpaillage. Il est choisi par tirage au sort parmi les notables et les propriétaires terriens et prend toutes les décisions concernant les travaux d'orpaillage à l'intérieur du territoire villageois ;
- La police des mines (ou *Tomboloma*), constituée par un groupe de jeunes du village, est chargée du maintien d'ordre et du respect de la réglementation traditionnelle, de l'arbitrage des litiges et des rapports avec l'administration publique. Le *Tomboloma* est choisi à l'unanimité pour sa connaissance des coutumes et de son intégrité. De par sa présence permanente sur le placer, le *Tomboloma* représente l'autorité morale du *Damantigui* et à ce titre, il est le plus informé et le plus documenté sur la vie du placer ;
- Les ordonnateurs de sacrifices rituels prennent le relais de cette chaîne communautaire et assurent aux orpailleurs une protection spirituelle contre les mauvais esprits et les diables ;
- Le forgeron et le mécanicien, toujours présents sur les sites, sont largement sollicités pour l'entretien et la réparation des motopompes et pour la confection des pioches ou d'autres équipements rudimentaires ;
- Le commerçant ambulancier ou l'acheteur d'or est le principal fournisseur sur le site minier. A ce titre, il contrôle à l'entrée comme à la sortie, l'achat de l'or produit sur le site et la vente d'autres articles utilitaires.

Cette description de Kéita (2001) semble toujours être d'actualité. Cependant, contrairement à ce qui était admis, le chef de village ne peut pas autoriser l'ouverture d'un site d'orpaillage sur n'importe quelle partie de son terroir. Au Sénégal, c'est le Ministère de la Géologie et des Mines qui délimite des couloirs d'orpaillage, comme

ceux de Garébouréa et Sansamba. Il est important de signaler que la mécanisation remet en cause cette structuration en introduisant une sorte de démocratisation pour l'accès à la ressource. Il suffit de disposer d'un détecteur de métaux pour aller prospecter puis exploiter l'or. Ces appareils ont permis également de décongestionner les sites et par conséquent de réduire les risques de conflits. Ce qui fait que le rôle des *tomboulma* et des chefs de site s'est affaibli.

3.6.2 Le rôle et le travail des femmes sur les sites miniers

Les femmes ont de tout temps, joué un rôle prépondérant dans l'organisation sociale des sites miniers. Les raisons de leur présence sur les sites miniers sont multiples : les effets de la sécheresse, le mode de vie familiale traditionnelle et la pratique culturelle de l'exploitation aurifère dans les zones rurales (Keita, 2001, p.18). Les femmes interviennent à tous les niveaux du processus de production, depuis la remontée du minerai, son transport jusqu'au traitement. Parallèlement, les femmes jouent un rôle majeur dans des activités connexes, comme la cuisine, le petit commerce et le ravitaillement des sites en nourriture et en eau. En dépit de ces apports importants, le statut social de la femme dans l'artisanat minier demeure peu favorable. Nonobstant ses multiples obligations, celle-ci n'a que peu de droits et ne bénéficie pas encore de concours significatifs pouvant valoriser son travail et renforcer ses capacités (idem). « Par ailleurs, les femmes sont souvent exposées à la violence sexuelle et aux maladies sexuellement transmissibles par des hommes dans et aux alentours de sites miniers, avec une impunité quasi totale pour les auteurs de viols ou de harcèlement sexuel » (Sofreco, 2021, p.46).

Au Mali, sur certains sites de Kéniéba ou Kangaba, les femmes constituent plus de 90% des travailleurs impliqués dans la remontée et le lavage des minerais aurifères (Keita 2001, p. 18). D'après l'étude de l'ANSD (2018), 46 % des travailleurs des mines d'or artisanales au Sénégal (soit 14 503) sont des femmes.

A Fadougou dans la commune de Madina Baffé, le *tomboulma* estime le nombre de femmes à 40% sur le site minier.



Dans cette unité d'exploitation à l'échelle familiale (photo ci-dessus), les femmes sont au cœur du processus d'extraction. Elles interviennent surtout pour remonter le minerai. Dans cette forme d'organisation, c'est toute la famille qui se déplace sur le site y compris les enfants. Les femmes sont à tous les niveaux du processus.



Sur le site de traitement à Kolya (photo ci-dessus), comme c'est le cas à Sansamba, les femmes participent au traitement de l'or en utilisant les tapis.

Sur les différents sites visités, les femmes ne sont pas impliquées dans la mécanisation. Elles ne conduisent pas les tricycles, ne manipulent pas les engins comme le « cracher », ni les marteaux piqueurs. Il faut noter aussi que les femmes ont une très faible participation dans les processus de prise de décision. Les chefs de sites sont en général des hommes.

3.6.3 La présence des enfants sur les sites

La présence des enfants sur les sites correspond au mode d'organisation communautaire traditionnel. En plus des corvées liées à la surveillance des bébés, les enfants participent :

- À la préparation et la vente de repas et de nourritures ;
- À la vente ambulante ou à poste fixe de boissons, de cigarettes, de beignets ;
- Aux opérations de concassage, broyage, pilage et tamisage du minerai (Keita, 2001, p.18).

Il est interdit aux petits enfants de fréquenter les sites d'exploitation artisanale et de traitement, sauf s'ils sont accompagnés par leur famille. Des jeunes venant du Mali, accompagnés de leur famille, interviennent dans le processus minier par la conduite des engins de transport (tricycle) et de broyage (« moulins »).

L'ANSD estime le pourcentage d'enfants, du côté Sénégal, à 0,5% des actifs. La proportion des filles dans cette tranche est plus importante que celle des garçons (3,0% contre 0,3%). Au Mali, le nombre d'enfants travaillant dans les mines artisanales est estimé à 45 753, soit 9% de la population d'orpailleurs. Ces enfants finissent par abandonner l'école, à force de rester sur les sites d'orpaillage. Les effets négatifs sont nombreux, surtout sur leur santé et sur leur éducation.



Sur la photo de gauche, les jeunes filles accompagnées de leurs mères participent au procédé de traitement de l'or. Elles s'occupent aussi des plus petits. Sur la photo de droite, le jeune garçon participe aux activités de traitement, mais aussi au transport des minerais.

Selon le Directeur de l'école de Boféto, des cas d'abandon ont souvent été enregistrés pendant les moments de ruée.

3.6.4 En amont des localités affectées par l'orpaillage : la diversification des sources de revenus

Le développement de l'exploitation artisanale de l'or dans le bassin de la Falémé est allé de pair avec le développement des activités commerciales dans les villages à cause de l'augmentation des besoins en nourriture et en matériels de travail. Le commerce des denrées alimentaires, notamment la restauration populaire, semble être florissant dans les villages du bassin de la Falémé et sur les sites d'orpaillage ; en effet, la présence de nombreux individus, attirés par la fièvre de l'or et se déplaçant généralement seuls, a pour conséquence le développement des besoins en nourriture ; les nombreuses gargotes présentes sur les sites d'orpaillage et dans les villages essaient de satisfaire cette forte demande de nourriture.

L'exploitation artisanale de l'or a aussi permis l'ouverture de fabriques, de boutiques et d'ateliers de réparation d'outils et matériels de travail des orpailleurs (pelles, pics, pioches, marteaux, pièces métalliques diverses, bouteilles de gaz sciées, motopompes, torches, lampes tempête, poulies, cordes, concasseurs) qui constituent à ce jour les sources de revenu de nombreux chefs de familles. Cette observation de terrain montre que l'exploitation artisanale de l'or, du fait du développement du commerce et de l'artisanat qu'elle engendre, donne une certaine vitalité à l'économie locale (Doucouré, 2015).

Les impacts positifs les plus visibles dans les villages d'orpailleurs sont les constructions des maisons en dur et l'utilisation de motos dans les déplacements et le transport. L'une des raisons de l'abandon des activités agricoles au profit de l'orpaillage s'explique d'ailleurs par l'augmentation des revenus qui offre des possibilités d'amélioration des conditions de vie. Les revenus miniers permettent de nourrir les familles, de construire des maisons au village et en ville, mais également d'émigrer. L'émigration est un rêve bien nourri, mais c'est surtout une forme d'investissement.

3.6.5 En aval des localités affectées par l'orpaillage : le revers de l'orpaillage

L'orpaillage a tendance à fragiliser les équilibres sociaux et communautaires, entre autres, par la dépravation des mœurs (prostitution, consommation excessive d'alcool et de drogues), par une pression sur les services sociaux (eau, santé,

éducation), et cela à cause de la présence excessive de populations allogènes, dans un milieu où elles manquent d'ancrage socioculturel.

Il faut également noter la précarisation de l'économie locale et des conditions de vie des orpailleurs. Les revenus générés par l'exploitation artisanale de l'or sont appelés "l'argent rapide" par les populations, par comparaison aux moyens financiers que leur procurent les activités agricoles traditionnelles (arachide, maïs, coton). L'abandon de l'agriculture au profit de l'exploitation artisanale de l'or provoque l'inflation des prix des denrées alimentaires. Il y a aussi, l'amenuisement des terres et des superficies des exploitations agricoles, lié à l'emprise minière. Cette situation est d'autant plus préoccupante que les sites d'exploitation artisanale de l'or ne font pas l'objet de réhabilitation.

Le cas des villages : Kidira, Doundé, Toumboura et Ballou.

Les eaux de la Falémé constituent une ressource vitale pour toutes les communautés vivant le long de la rivière. Cependant, un conflit d'usage oppose les communautés. Les impacts négatifs de l'orpaillage, en aval de la rivière, génèrent des mobilisations locales. Lors des entretiens avec les différentes communautés (agriculteurs, maraîchers, pêcheurs) dans le cadre des « focus groupes » organisés à Kidira (entretien le 7/12/2021), Toumboura, Doundé (entretien le 8/12/2021), et Balou (entretien le 9/12/2021) avec les comités de veille et d'alerte (CVA), plusieurs problèmes ont été soulevés :

- La raréfaction du poisson dans la Falémé ;
- La réduction de l'usage des eaux pour les activités agricoles et les usages domestiques ;
- La baisse drastique de la production maraîchère, liée à la mauvaise qualité des eaux ;
- La perte de bétail ;
- La dégradation de la biodiversité.

Avant 2018, par exemple, un pêcheur pouvait faire, pour une capture, 100 kg ; aujourd'hui il est difficile d'atteindre 10 kg. Les pêcheurs ont tendance à migrer vers d'autres lieux, vers l'aval. Les plus nantis s'approvisionnent à partir de Kayes, à cause de la rareté de la ressource. Un facteur déterminant est que l'idée de pollution commence à semer le doute chez les consommateurs de poissons. Les déclarations de perte de bétail sont autour de 19 vaches et 17 chèvres à Kidira ; 45 vaches à Toumboura en 2020. S'il est difficile d'établir une relation directe, les déclarants sont convaincus que ces pertes sont liées à la consommation par leurs bêtes, de l'eau de la Falémé et à la dégradation de sa qualité, depuis trois ans (2018). Les voix montent pour dénoncer les impacts négatifs de l'orpaillage. Les comités de veille et d'alerte (CVA) sont nés dans ce contexte avec l'ambition de pousser les décideurs à prendre en charge ces problèmes. L'association bénéficie d'une adhésion locale et du soutien de la diaspora. Selon, M. Guiro, cette mobilisation a permis d'exiger au sous-préfet de Kéniéba, d'interdire par un arrêté préfectoral, l'orpaillage dans sa commune. Après une tournée de sensibilisation en février 2020, sur les deux rives de la rivière, le CVA de Kidira a organisé une marche pour assurer la médiatisation de leur combat. L'or est source de problèmes pour ces communautés vivant en aval de la Falémé.

3.7 Organisation du commerce de l'or

3.7.1 Prix de production de l'or

L'exploitation artisanale permet la production d'une grande quantité d'or, mais les circuits de vente sont difficiles à identifier. En effet, selon le rapport American Gold Consul (AGC/ONU-Environnement), publié en 2018, environ 3,9 t/an (3952,31 kg/an) d'or ont été produites par les mines artisanales au Sénégal, dont 3 t/an (2 983,65 kg/an) dans la région de Kédougou et 0,9 t/an (968,66 kg/an) dans la région de Tambacounda.

La valeur de la production d'or provenant de l'activité d'orpaillage au Sénégal s'est élevée à 86,6 milliards de FCFA (environ 147 220 millions de dollars) entre avril 2016 et avril 2017 (ANSD, 2018). Au niveau local, l'activité de l'EMAPE d'or est souvent beaucoup plus rentable que les autres activités économiques ; présentes dans les régions aurifères. Un orpailleur gagne 21 fois plus qu'un agriculteur (PAN, 2019). Le revenu des orpailleurs est en moyenne de 3 198 546 FCFA/an (5 414 USD/an), alors qu'un agriculteur gagne en moyenne 150 000 FCFA/an (253 USD/an). La quantité d'or par sac de 50 kg de minerai extrait, varie de 1 à 5 grammes.

Les charges supportées par les orpailleurs, dans le processus de production, sont constituées des dépenses en produits chimiques, en entretiens et réparations des matériels, en eau, en carburant, en petits outillages, en droits d'enregistrement, en services de broyage et de concassage, etc. (ANSD, 2017). Le montant de ces charges est estimé à 12,7 milliards de FCFA (idem). A cette somme, il faut ajouter les dépenses en nature, pour les employés, qui sont évaluées à 10,3 milliards. Au total le prix de production par an s'élève à 22,97 milliards francs CFA.

Tableau 17 : Synthèse des charges directes et indirectes de production, source ANSD 2017

Rubriques	Montant en milliards de FCFA	Pourcentage
Produits chimiques	0,7674	3,33
Concassage/broyage	5,1	22,20
Impôts, Taxes, Droits	0,006	0,026
Dépenses en nature pour les employés	10,3	44,84
Autres charges	6,8	29,60
Total	22,97	100

Dans le Tableau 17, "autres charges" incluent la consommation de carburant, les frais d'entretien et de réparation. Concernant les dépenses en produits chimiques, le mercure est le produit le plus utilisé dans le procédé de traitement de l'or. Selon l'ANSD (2017), la quantité totale annuelle de mercure utilisée est estimée à 667,4 kilogrammes, soit environ 759,5 millions de FCAF. La quantité de cyanure est estimée à 3,8 kilogrammes, correspondant à 7,9 millions de FCFA.

Le prix de la production peut varier selon la nature de l'exploitation (alluvionnaire, filonienne), et d'un orpailleur à un autre. Les rubriques listées dans le tableau sont pratiquement constantes dans les différents sites miniers. Dans tous les sites concernés par cette enquête, l'usage des produits, le transport, l'utilisation d'engins

de concassage et de broyage, de « cracher » pour le traitement sont des frais qui sont pris en compte dans le prix de production.

Pour un orpailleur de Fadougou ou de Bokhodi, le prix de production comprend :

- Le temps de travail, approximativement estimé à 5000 F ;
- L'achat de mercure (1000 f le gramme) ;
- Le traitement au « cracher », le sac à 2000 f ;
- Le transport (1000 f par voyage) ;
- L'achat de l'eau à Bokhodi (10. 000f/jour).

Pour les orpailleurs qui disposent de moyens, ils peuvent se procurer différents engins :

- Le « cracher » à 400 000 F ;
- La motopompe à 300 000 F ;
- Le tricycle à 1,5 million ;
- Le forage pour installer une pompe à 3,5 millions (à Bokhodi).

Tous ces engins ont besoin de carburant pour fonctionner, en plus des frais des réparations.

Les orpailleurs rencontrés n'ont jamais payé d'impôts, taxes et droits d'enregistrement par rapport à leur activité.

3.7.2 Prix de vente de l'or

La vente de l'or est très peu contrôlée. Il arrive que des saisies soient faites de façon sporadique. Globalement le trafic de l'or est orienté vers le Mali où sont installés des comptoirs d'achat. Les faibles quantités sont achetées sur place, dans les sites, par des acheteurs maliens. Les grandes quantités (plus de 500 g) sont expédiées vers les comptoirs au Mali.

L'or produit artisanalement est exporté par les comptoirs d'achat. Ce sont des comptoirs agréés pour la collecte et la commercialisation de l'or. Les relations commerciales entre les différents acteurs de ce réseau sont relativement stables et bien établies (Sofreco, 2021, p. 91).

La chaîne commerciale commence à partir des premiers acheteurs, qui se trouvent basés sur le site d'extraction donc au plus près des mineurs. L'orpailleur n'a pas besoin d'effectuer une longue distance, au risque de se faire arrêter par la douane ou de subir le phénomène de coupeur de route. Ainsi, « la proximité avec les acheteurs, facilite une dynamique de vente immédiate, aussitôt réalisée dès la séparation de l'or » (Projet FFEM/ONUUDI, 2016). Elle a aussi l'avantage d'un gain de temps par rapport au déplacement. L'orpaillage, devenu une activité de subsistance, oblige les mineurs à effectuer une vente quotidienne dès la plus petite quantité (dixième de gramme). Les ventes d'une semaine, quinze jours et plus, sont faites par ceux qui gagnent davantage, par rapport aux creuseurs. Il s'agit des « propriétaires de site », des « chefs de puits », mais aussi des « chefs de sécurité ».

Dans les sites d'orpaillage, 90 % des personnes rencontrées vendent leur or à des acheteurs maliens, basés sur le site, ou en faisant appel à un gestionnaire de comptoir depuis le Mali. Le gramme d'or fluctue entre 25 000 et 30 000F au niveau local. Il était autour de 18 000F en 2018. Les orpailleurs maliens offriraient les

meilleurs prix. La liaison avec le Mali est d'autant plus facile que la zone est dominée par le réseau téléphonique malien.

3.7.3 Traçabilité des circuits de l'or

La filière commerciale de l'or se caractérise par une « absence de données tangibles et officielles et, donc, de référence, sur laquelle se baser pour la définition d'interventions publiques adaptées » (Projet FFEM/ONUDI, 2016, p.11). C'est au niveau des sites qu'il est possible de repérer des éléments de compréhension de la vente de l'or. La quantité d'or en vente dépend des moments de forte et de faible production. L'or produit au Sénégal, dans le bassin de la Falémé se retrouve à Dubaï en passant par Dakar ou par Bamako. La chaîne de commercialisation est informelle et ne permet pas la traçabilité des circuits de l'or. Les vendeurs et les acheteurs peuvent interagir pendant des années sans pour autant qu'un seul papier (accord, convention) soit produit et signé. Cette forme de collaboration donne une « apparence volatile et insaisissable à la filière, comme souvent dans le monde de l'or ».

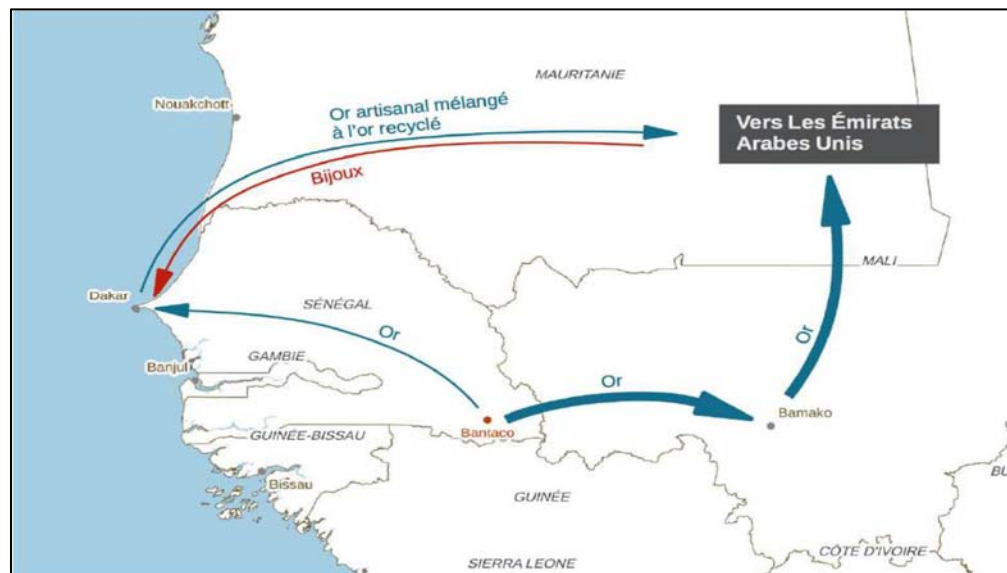


Figure 22 : Carte schématisant les flux d'or artisanal provenant de la région de Kédougou

L'épaisseur des flèches indique la proportion estimée relative des flux. L'or qui passe par le Mali est largement supérieur à celui qui passe par Dakar. De Bamako, l'or est expédié vers les Emirats Arabes Unis pour être revendu. Il revient vers Dakar sous forme de bijoux.

3.7.4 Particularité du commerce de l'or dans le bassin de la Falémé

La première caractéristique qui détermine le bassin de la Falémé est sa position géographique. Région doublement frontalière (Mali, Guinée), l'extrême Sud-Est du Sénégal est très distant de la capitale, Dakar (12 heures de route, aucune liaison régulière en avion). Cette situation favorise le passage de l'or en contrebande notamment vers le Mali. A cette proximité géographique s'ajoute la proximité ethnique. La communication est facile entre les acheteurs d'or majoritairement bambaras, et les malinkés qui dirigent et encadrent l'exploitation dans le bassin de la Falémé. Cette proximité se voit même dans les relations familiales, de nombreux

clans ayant des parents proches, de l'autre côté de la rivière Falémé, qui sert de frontière entre les deux pays.

Les contraintes qui limitent le commerce de l'or vers Dakar ne sont pas seulement physiques (distance). Le réseau d'intermédiaires sénégalais qui fournissent des négociants de Dakar doivent faire face aux risques liés au transport (par la route nationale), aux « tracasseries » douanières sur le chemin Kédougou-Dakar. Les documents souvent exigés (attestation, facture avec titrage) ne sont pas disponibles, la grande majorité des transactions se déroulant dans l'informel.

Les commerçants préfèrent opérer dans l'informel, une façon d'échapper au paiement des taxes dans le cadre d'un processus formel.

3.7.5 Analyse et modélisation économique de l'activité d'orpaillage sur le plan formel

D'après le rapport (ANSD, 2017), près de neuf (9) unités de production sur dix (10) ne disposent pas de documents administratifs. La quasi-totalité des unités de production n'a ni NINEA (99,2%), ni de registre de commerce (98,0%), ni de permis artisanal (98,4%). Le document administratif le plus fréquemment détenu par les unités de production est la carte d'orpaillage (40,6% des unités de production en disposent).

Sur tous les sites miniers enquêtés, aucune structure formelle n'a été identifiée. Comme cela a été indiqué dans le rapport de l'ANSD, une partie d'orpailleurs disposent de cartes, obtenues en 2014, dans le cadre de la politique de formalisation de l'exploitation artisanale de l'or. Cette situation traduit le caractère informel de l'orpaillage et son manque de contrôle par les pouvoirs publics. Il en résulte également un manque d'encadrement de l'activité d'extraction, notamment sur le plan environnemental, social et économique. Sur le terrain, les personnes enquêtées sont volontaires pour suivre des formations, pour rentabiliser leur activité. Le problème est qu'elles ne sont pas prêtes à contribuer à leur propre formation. Quoi qu'il en soit, elles préfèrent l'encadrement payant à la fermeture des sites.

3.7.6 Analyse et modélisation économique de l'activité d'orpaillage sur le plan informel

L'exploitation artisanale de l'or génère des emplois directs et des emplois indirects. De l'extraction au traitement final de l'or, plusieurs personnes interviennent sur la chaîne de production : les creuseurs de puits, les laveurs de minerai (y compris avec engins), les concasseurs et les broyeurs, les gestionnaires du "chantier", les gardiens, les acheteurs, les transporteurs etc. En termes d'emploi, 31 359 personnes travaillent dans l'EMAPE d'or au Sénégal dont 14 862 sont des hommes (48 %), 14 503 des femmes (46 %) et 1 994 des enfants de moins de 15 ans (6 %).

Selon une étude de l'OCDE réalisée en 2018, le Mali compte environ 300 à 350 sites en exploitation et la production d'or artisanal et à petite échelle est d'environ 4 tonnes par an. Les autorités en charge du secteur citent une production de 30 à 50 tonnes, sans toutefois être en mesure d'étayer ce chiffre (OCDE, 2018).

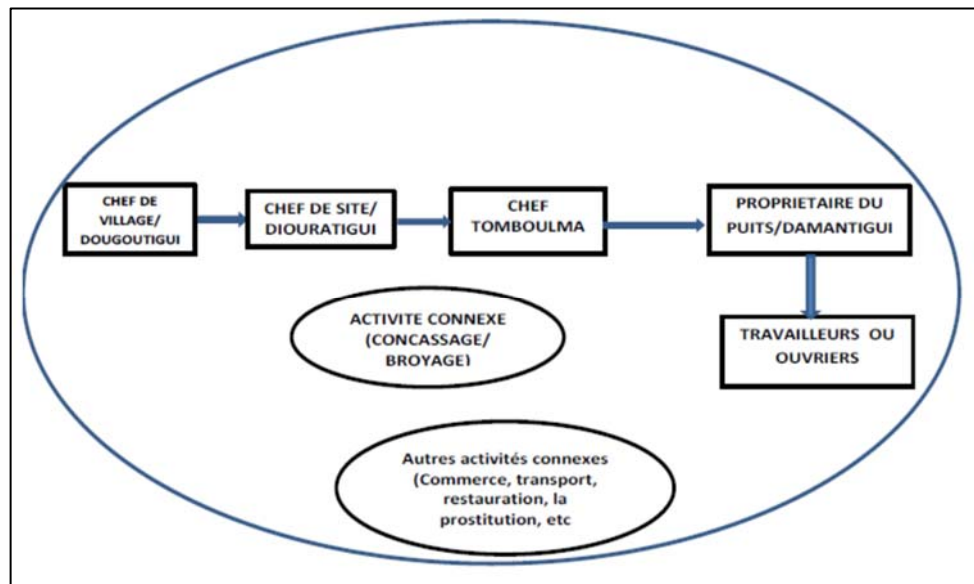


Figure 23 : Organigramme des acteurs de l'exploitation d'une mine artisanale

Cette activité occupe à plein temps de nombreux individus et la vie de certains en dépend. Le nombre de personnes intervenant dans les activités d'orpaillage, en qualité d'employées, n'a cessé d'augmenter depuis l'ouverture des premiers "placers" dans le Bassin de la Falémé, à tel point que l'exploitation artisanale de l'or y est devenue, de l'avis de toutes les personnes interrogées, la première activité socioéconomique.

A ce propos, le chef du village de Bokhodi a déclaré ce qui suit : "Grâce au travail de l'or, nos enfants se débrouillent très bien ; c'est grâce à ça qu'ils arrivent à s'occuper de nous et à construire toutes ces belles maisons que vous voyez dans ce village" (entretien, le 5/12/2021). Cette affirmation est une constante dans les différents villages étudiés, mais il faut la nuancer. En réalité, une masse importante des orpailleurs vit dans la précarité. Les véritablement bénéficiaires de l'orpaillage sont le propriétaire du site (*diouratigui*), le propriétaire du puits (*Datigui*), les *tomboulma*. Il faut y ajouter, dans le contexte de la mécanisation, les investisseurs miniers, capables de se procurer du matériel : motopompe, « *cracher* », « moulins » etc.

3.8 Les techniques utilisées dans les processus extractifs

3.8.1 Les types d'exploitation artisanale

Deux types d'exploitation aurifère ont été observés, en fonction de la nature du minerai extrait. Il s'agit notamment de l'exploitation artisanale des alluvions et des filons.

3.8.1.1 Exploitation artisanale alluvionnaire

Les gîtes alluvionnaires sont des placers dans les lits vifs, terrasses fluviales récentes et anciennes dans lesquelles l'or s'est concentré dans les niveaux graveleux, d'épaisseur moyenne généralement inférieure à 1m, reposant sur le bedrock. Les teneurs en or varient entre 1 et 3 g/m³ pour la couche minéralisée. Celle-ci affleure dans les lits vifs, mais est généralement couverte par des sédiments stériles ou faiblement minéralisés. Dans le cas des terrasses anciennes, cette

couverture peut facilement atteindre les 10 m d'épaisseur (Sofreco, 2021, p.88). L'extraction du minerai alluvionnaire se fait de trois (3) manières, dans la zone d'étude, selon que l'activité se déroule sur le lit de la rivière Falémé, ses abords, ou sur les pistes et les sentiers. Sur la rivière Falémé, les orpailleurs, disposant de moyens financiers, utilisent des machines placées sur le lit de la rivière, pour extraire le minerai des sédiments de la rivière. Les sédiments remontés à la surface sont lavés en même temps que les machines creusent le fond de la rivière. Les sédiments sont étalés sur des morceaux de tapis, placés à l'intérieur d'un dispositif de lavage, auquel on ajoute de l'eau pour séparer la fraction argileuse ou sableuse de l'or. Les résidus du lavage (argile ou sable) sont immédiatement rejetés dans la rivière tandis que l'or est fixé par le tapis sous-jacent. Un autre groupe de mineurs, opérant sur la rivière Falémé, avec peu de moyens, creuse le fond du cours d'eau à l'aide de pelles et de dabas. Le lavage se fait en même temps, avec un tapis placé à l'intérieur d'un dispositif de lavage, auquel on ajoute de l'eau pour séparer la fraction argileuse ou sableuse de l'or. Les résidus du lavage (argile ou sable) sont également rejetés immédiatement dans la rivière tandis que l'or est fixé par le tapis.

Par contre, sur les pistes et chemins, éloignés du cours d'eau, en forêt, le minerai est extrait par grattage à l'aide de pioches, dabs, et pelles dans des fosses réalisées de manière éparse.



A partir de la mine alluvionnaire de Bokhodi, les minerais extraits sont transportés par des tricycles vers des points d'eau. Dans ce village, relativement éloigné de la rivière, l'accès à l'eau est facilité par des forages privés. En effet, une dizaine de forages hydrauliques (dont 4 appartenant au chef de village) servent de point de traitement. Le branchement quotidien est de 10 000 f pour un « cracher ».

3.8.1.2 Exploitation du minerai filonien

L'exploitation des filons a commencé au début des années 1990 dans la région de Kédougou. Elle a pris de l'ampleur dans la décennie 2000-2010, avec la mécanisation, mais surtout la hausse continue des cours de l'or. Cette forme d'exploitation consiste à extraire le minerai sous forme de blocs de pierre, dans des galeries creusées dans les sols des terres cultivables. Après l'extraction, les blocs de minerai aurifère sont réduits sur place avant d'être transportés par motocyclettes pour être concassés. Une fois concassé, le minerai pulvérisé est versé sur un sluice (ce mot anglais peut être traduit par « dispositif de lavage » ou bien « rampe de lavage ») qui est traversé par un courant d'eau claire dont le débit doit être le plus

régulier possible, pour avoir un écoulement laminaire et non pas turbulent (sinon on perd l'or fin). Le fond du sluice est recouvert d'un tapis (aussi appelé « moquette ») dont le rôle est de piéger les particules d'or. Après un certain temps, l'orpailleur estime que la quantité d'or fixé sur le tapis est suffisante ; alors il procède au « clean up » du sluice, c'est-à-dire à son lavage : le tapis est (délicatement) extrait du sluice pour être fortement secoué dans une bassine pleine d'eau pour le dépouiller de l'or dont il est imprégné. Après avoir laissé décanter pour pouvoir verser l'eau en excès, l'orpailleur récupère un concentré grisâtre de minéraux lourds contenant un peu d'or. Ce concentré grisâtre est mélangé au mercure qui sert de réactif pour séparer l'or libre des autres résidus du dépôt grisâtre (par exemple, les particules minérales, les débris végétaux, les débris de tapis, etc.). Ce processus de concentration s'appelle l'amalgamation. Avec sa batée, l'orpailleur récupère cet amalgame qu'il filtre à l'aide d'un petit morceau de chiffon qu'il essore fortement à la main pour séparer le mercure liquide résiduel (pour le réutiliser, car le mercure coûte cher). Il obtient un amalgame mou de couleur argenté, contenant environ 50% d'or et 50% de mercure, qu'il va chauffer jusqu'à obtenir de l'or spongieux, le mercure s'étant évaporé.

Dans le travail d'extraction, des groupes électrogènes sont également employés pour pomper l'eau des puits, mais aussi pour assurer leur ventilation, surtout lorsqu'ils atteignent une grande profondeur (jusqu'à -60m). Ces transformations (mécanisation), comportent des enjeux socio-économiques et environnementaux pour tout le bassin de la Falémé.

3.8.1.3 Le dragage

Le dragage est également un des modes d'exploitation, le plus utilisé, dans le lit de la Falémé. La drague artisanale est un dispositif flottant. La pompe aspirante est entraînée par un moteur diesel et son reflux est envoyé sur un sluice (rampe de lavage) ; l'ensemble est posé sur des barils en caoutchouc ou métalliques. La drague aspire les matériaux du lit de la rivière avec un dispositif de suçage manipulé par un plongeur quand l'eau est trop profonde (il faut alors un compresseur d'air pur pour oxygéner le plongeur). Les matériaux passent directement sur le sluice qui piège l'or, plus dense, tandis que les matériaux légers (sable, gravier) sont tout naturellement reversés dans le cours d'eau.

Il existe trois grandes sortes de dragues industrielles qui travaillent dans la Falémé à des profondeurs de plusieurs mètres : les dragues à godets, les dragues composées d'un assemblage barge type ponton flottant + pelle mécanique + motopompe + sluice (BPMS = Barge + Pelle + Motopompe + Sluice) et les dragues suceuses. Les dragues BPMS ont l'avantage d'être mobiles, facilement démontables et polyvalentes. Si l'exploitant veut exploiter les terrasses alluviales, il lui suffit de faire descendre la pelle mécanique et les autres matériels.

La drague suceuse aspire l'eau mélangée aux sables et graviers. Elle est fabriquée à Bamako et dans beaucoup de grands centres au Mali (Kangaba, Kéniéba, Yanfolila, Misseni, etc.) Le prix moyen d'une drague au Mali varie de 2,5 à 3 millions de Fcfa.

La drague à godets, est équipée de godets en acier avec une « ligne de godets » circulaire. Elle ramasse et rejette dans l'eau, en moyenne 75 tonnes de gravier et de blocs rocheux, en une seule tournée circulaire et en un temps ne dépassant pas 20 minutes. Cela explique pourquoi les dragues à godets rejettent d'énormes quantités de matériaux, formant des monticules et des îlots dans le lit des cours d'eau. Ces dragues sont en général **importées de Chine** et utilisées par des asiatiques

(Chinois et Vietnamiens) en partenariat avec des opérateurs maliens qui sont les détenteurs des titres miniers d'exploitation. Sur le territoire malien, l'installation d'une drague est assujettie au paiement d'un montant, variant d'une commune à une autre. Dans le cercle de Kangaba, par exemple, ce montant varie selon les localités de 50.000 à 75.000 Fcfa comme taxe annuelle et de 20.000 à 25.000 Fcfa comme taxe mensuelle. Pour les exploitants de dragues, cette perception par les maires les autorise de facto à mener leurs activités sans contraintes. Notons que certains maires sont eux-mêmes propriétaires de plusieurs dragues.



La photo ci-dessus permet de comparer les dimensions d'une drague d'origine chinoise avec celles d'artisans miniers sur la Falémé. Les premiers exploitent industriellement alors que les seconds le font avec des moyens semi-mécanisés très artisanaux. Les dragues industrielles seraient acceptables si elles travaillaient dans un bassin clos, ce qui est habituellement le cas quand les exploitants miniers sont soucieux de l'environnement et qu'ils veulent éviter de directement verser leurs boues dans la rivière.

La drague industrielle avance en creusant pour exploiter le gravier aurifère de la Falémé d'une rive à l'autre, ce qui est illégal puisque la frontière passe au milieu de la rivière.

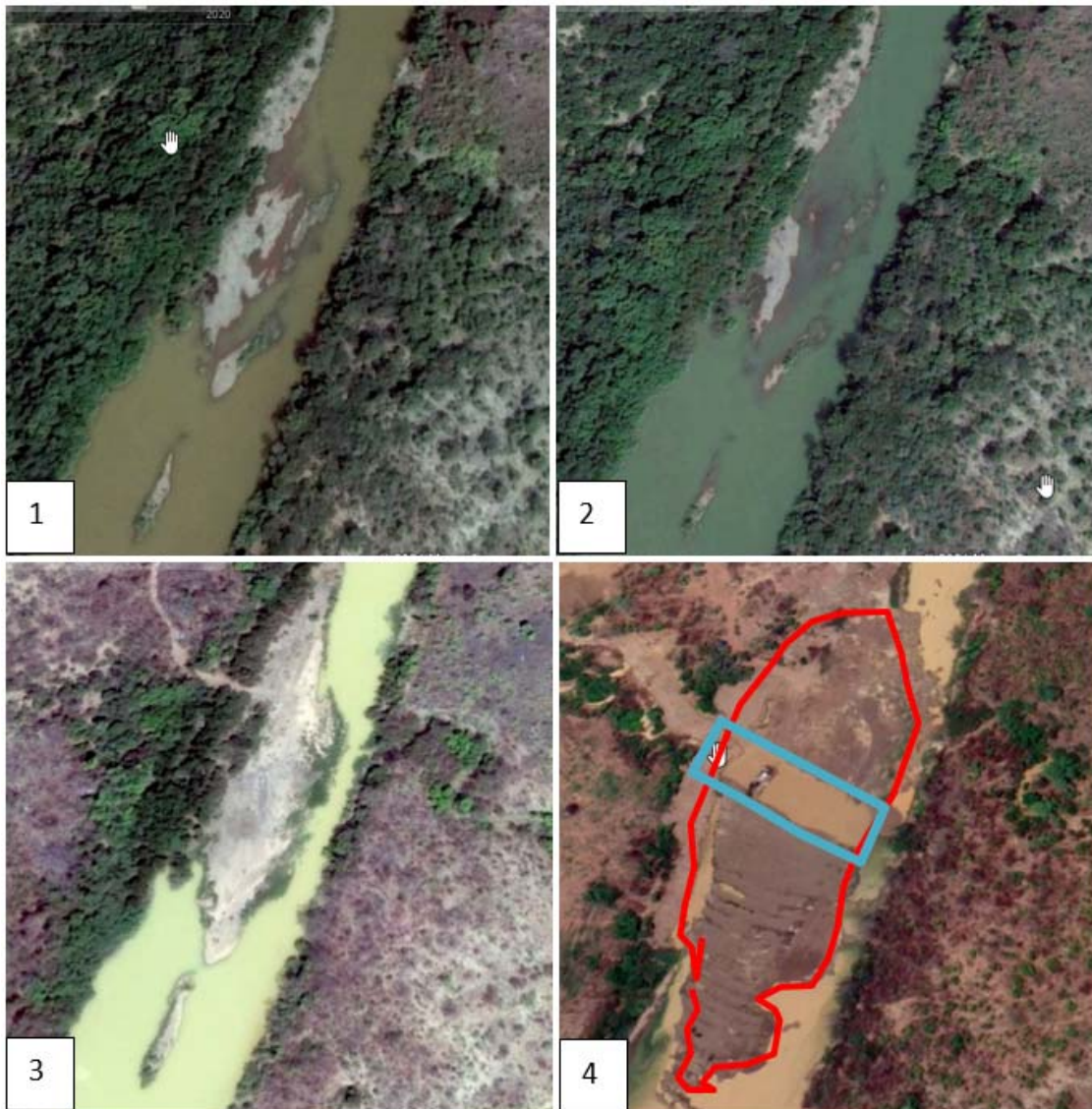


Figure 24 : Enchaînement chronologique d'images satellites montrant l'impact de la drague industrielle sur le cours de la Falémé (vues Google Earth)

Le principe de fonctionnement théorique idéal d'une drague à godets ou d'une pelle mécanique sur barge est celui-ci : les sédiments sont déversés sur un grizzly (une grosse grille ou un "tamis") qui rejette les plus gros galets et protège ainsi la trémie d'alimentation (une sorte d'entonnoir) du sluice. La trémie est abondamment arrosée par une batterie de pompes à haute pression pour désagréger les sédiments sous l'effet de la force hydraulique (d'ailleurs, c'est ce qui produit la majeure partie de la « boue » visible dans la Falémé). Les alluvions et l'eau glissent alors sur un sluice recouvert d'une grille en métal déployée posée sur une moquette synthétique (les artisans EMAPE utilisent quelque chose d'équivalent : tapis, tissu à poils, peaux de bêtes...). Les grilles en métal déployée remplacent les anciens systèmes à « riffles » (tasseaux placés en travers de l'écoulement), utilisés jadis pour piéger l'or grossier. L'or fin est piégé dans la moquette qui est lavée à intervalle régulier (on parle du « clean-up » du sluice). Certains sluices sont munis d'un piège à or qui utilise du mercure (il en existe plusieurs dispositifs) pour favoriser l'amalgamation ; ce dispositif avec mercure est très dommageable pour l'environnement, car il y a des pertes de mercure métallique (Hg^0) dans la rivière.



Ces dragues opéraient dans le lit de la rivière, du côté du territoire malien, au moment de la mission de terrain.

3.8.2 Les principales étapes de l'exploitation artisanale

Elles sont au nombre de 6 : creusement (« fonçage »), extraction / transport, concassage, broyage, tamisage et séparation de l'or sans ou avec des produits chimiques.

3.8.2.1 Creusement des puits (le fonçage)

Pour accéder au gisement, dans le cas des mines filoniennes, les orpailleurs creusent d'abord un trou subvertical de 0,5 m à 1 m de diamètre. Le trou est creusé à l'aide d'outils tels que la pioche, le marteau, la petite pelle et autres outils plus pointus permettant de casser la roche. Le creuseur descend dans le trou au moyen d'une corde, reliée à un treuil, (ou bien avec une échelle en bois ou des encoches dans les éluvions / alluvions) et porte une lampe à piles attachée à son front. L'aération est réalisé au moyen d'un tuyau flexible en plastique ; il permet d'envoyer de l'air frais dans le trou ou la galerie. Lorsque le trou rencontre une nappe, l'exhaure est réalisée au moyen d'une motopompe ou au seau si le trou n'est pas trop profond.

Les déblais (mort-terrain ou minerai tout-venant) sont remontés dans des petits sacs ou dans un seau à l'aide de la même corde que celle qui a permis la descente. A ce moment les risques de chute de blocs sont fréquents.

3.8.2.2 Concassage et broyage (la « comminution »)

Le mort-terrain et le minerai tout-venant (MTV) sont sortis du trou. Le MTV est concassé à l'aide d'un marteau ou d'une masse ou d'une barre à mine. Un morceau de roche (du quartz) sert parfois d'enclume. Les projections (jets de pierre) sont évitées en utilisant un morceau de sac polypropylène ou un morceau de tissu placé en cercle autour de « l'enclume » pendant l'opération de comminution. Le concassage produit un minerai de granulométrie autour de 15 à 20 mm (Djibrilla, 2017).

Le broyage s'effectue au moyen d'un mortier et d'un pilon ou bien d'un concasseur à mâchoires et ensuite d'un broyeur à marteaux (matériel chinois). Cette opération réduit le minerai de granulométrie grossière en une fine poudre. Dans les deux cas (manuel ou mécanique), l'opération de broyage produit énormément de poussière fine de silice. Pour les roches moins dures (alluvions et éluvions), il existe des

« moulins » à céréales qui remplacent les mortiers avec les pilons en fer ou les broyeurs mécaniques miniers.

3.8.2.3 Tamisage

Le tamisage est l'opération qui consiste, au moyen d'un tamis, à séparer les particules fines des particules encore grossières. C'est également une opération qui dégage beaucoup de poussière de silice lorsqu'elle est réalisée à sec et à l'air libre. En l'absence de tamis, les orpailleurs vannent leur tout-venant sec.

A la fin de cette étape, la maille de libération de l'or est censée être atteinte.

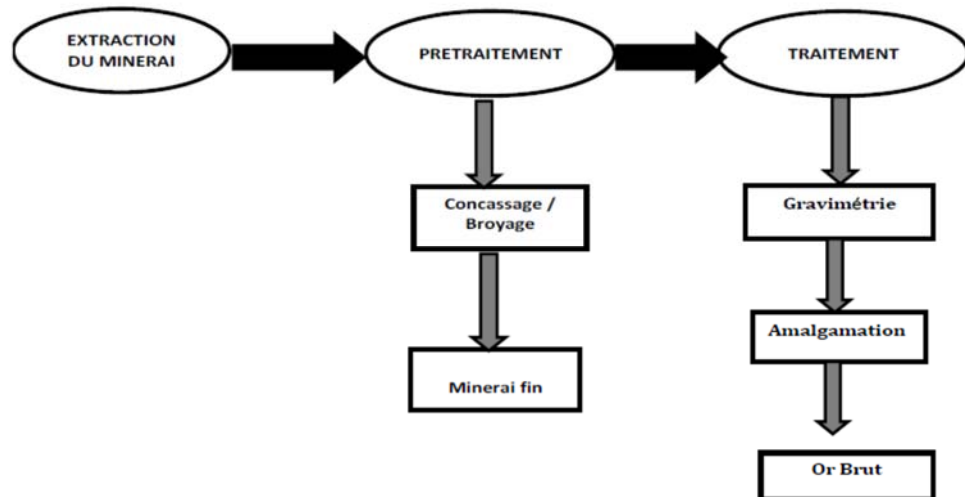


Figure 25 : Les différentes étapes l'activité de transformation du minerai d'or

Source : ANSD, 2018, p. 22

3.8.2.4 Séparation de l'or

Deux principales méthodes de séparation de l'or sont connues dans le bassin de la Falémé : la séparation gravitaire et la méthode de cyanuration.

La séparation gravitaire et l'amalgamation

On utilise un sluice pour concentrer l'or. Il s'agit d'un plan incliné dont la surface comporte des tasseaux perpendiculaires (« riffles ») à l'écoulement de la pulpe (mélange eau + minerai). Actuellement, les orpailleurs préfèrent utiliser des grilles en métal déployées.

Le fond du sluice est recouvert d'un tapis ou d'une moquette synthétique. Le minerai, préalablement mélangé à de l'eau, est versé sur le sluice. L'or étant un minéral dense ($d=19,3$), il est piégé sur le tissu dans les riffles, alors que les autres particules « légères » sont entraînées par l'eau. Le tapis est ensuite retiré et lavé dans un récipient pour récupérer les minéraux lourds (préconcentré) qui contiennent l'or.

Ensuite du mercure est ajouté et mélangé à ce préconcentré. Selon une étude réalisée en RDC (Augustin, 2018) le rapport or-mercure est de 1g d'or pour 1,5 g de mercure. Selon un rapport des Nations Unis, le rapport or-mercure est plutôt de 1g d'or pour 1,3 g de mercure. Il faut cependant noter que la quantité du mercure à utiliser, est fonction du type de gisement et de la quantité et aussi de la nature des minéraux amalgamables. Par exemple, si de l'argent est présent dans le minerai, il va consommer une quantité supplémentaire à celle qui est nécessaire pour

amalgamer l'or simple (O'Neill & Telmer, 2017). Après agitation et mélange (à la main dans une batée ou dans un tonneau avec des boulets en acier ou dans un broyeur autogène ou dans un broyeur à marteaux qui est fréquent dans les sites d'orpaillage africains), le mercure amalgame l'or. De l'eau est rajoutée dans ce mélange et après agitation (par exemple, batayage), l'amalgame se dépose au fond du récipient ainsi que l'excès de mercure métallique. L'eau est évacuée et le concentré + mercure est mis dans un tissu pour filtrer l'eau en excès et le mercure métal (qui est récupéré pour resservir). L'amalgame reste piégé dans le tissu. On récupère l'amalgame qu'on enferme dans du papier aluminium récupéré dans des boîtes de cigarettes. L'ensemble est chauffé jusqu'à la vaporisation du mercure. On obtient alors de l'or spongieux.

Ce processus permet de récupérer 20 à 40% d'or (Djibrilla, 2017). Cette méthode est visible partout dans les sites d'orpaillage visités.

La méthode de cyanuration

L'extraction artisanale par cyanuration (annexe 8) nécessite des bassins qui sont creusés dans le sol et recouverts d'une couche de béton ou simplement recouverts d'une bâche. Le dispositif nécessite une alternance de petits bassins pleins et vides, dont la profondeur est d'environ 1,25 m pour le plus profond, à ouverture rectangulaire, et d'environ 0,40 m pour les moins profonds, également à ouverture rectangulaire. Ces bassins sont reliés entre eux au moyen d'un tuyau en PVC. Les tailings (« la boue ») contenant de l'or, non récupéré sur le sluice, sont versés dans un bassin. Une quantité de cyanure de sodium (NaCN) est ajoutée, à raison d'environ 200 ml pour 200 litres de tailings (Tankari Dan-Badjo et al., 2014). Le mélange est laissé au repos pendant plusieurs jours à semaines. Le lixiviat passe ensuite dans l'autre bassin, plus petit, où sont entreposés des copeaux de zinc. Par oxydoréduction, le zinc capte les particules d'or et l'excès de la solution cyanurée est réutilisée en tête du circuit. On ajoute ensuite dans ce mélange (lixiviat + zinc), de l'acide sulfurique (H₂SO₄) et de l'eau. On obtient un dépôt noir au fond du bassin. On ajoute à ce dépôt de l'acide nitrique (HNO₃). Le mélange est laissé au repos pour décantation et l'on récupère le dépôt. Ce dernier est ensuite chauffé jusqu'à obtention de l'or. Ce procédé permet une récupération métal de 60 à 80% (Djibrilla, 2017).

La cyanuration opérée par les orpailleurs est une méthode clandestine donc illégale qui se répand de plus en plus (cf. dans l'annexe 8 sur la cyanuration, les articles de presse décrivant les nombreuses saisies de cyanures en sac dans la région de Kédougou). Le traitement se fait loin des habitations, à des endroits très discrets. Les burkinabés seraient les spécialistes de cette méthode. Ils achètent la grave aurifère ou la boue déjà traitée au mercure pour leur appliquer ce second traitement. S'il reste du mercure dans les tailings récupérés, ce traitement devient dangereux pour l'Homme et l'environnement.

3.8.3 L'orpaillage, une activité devenue hautement mécanisée

Les résultats de l'étude menée par l'ANSD (Agence nationale de la statistique et de la démographie), en 2018, a permis de connaître le nombre d'unités d'extraction du minerai d'or, estimé à 6 272 et 1 216 unités d'orpaillage alluvionnaire. Il a été dénombré également, 1 337 unités de broyage/concassage. Au titre de l'emploi, une main-d'œuvre de 32 474 individus au total, a été enregistrée, dont 27 444 dans l'activité d'extraction du minerai d'or, 3 814 dans le broyage/concassage et 1 216

dans l'alluvionnaire. La main-d'œuvre recensée dans l'activité d'extraction du minerai d'or et dans le broyage/concassage est composée de 28 746 hommes et de 2 512 femmes. Au Mali, le nombre d'orpailleurs est estimé à 400 000.

Ces statistiques donnent un aperçu sur l'évolution des techniques. Longtemps dominé par l'emploi d'outils rudimentaires, la mine artisanale a connu de profonds changements (ANSD, 2018). Ces mutations techniques se traduisent par l'utilisation de plus en plus d'engins dans l'extraction du minerai ainsi que dans son traitement.

La mécanisation commence à prendre de l'élan dans le bassin de la Falémé. L'orpaillage mécanisé utilise des engins dans l'extraction et dans le processus de traitement du minerai. Il s'agit en l'occurrence de machines, telles que des motopompes et/ou des compresseurs, des treuils mécaniques, des marteaux piqueurs, des broyeurs, etc. L'utilisation de motopompes est effective dans la grande majorité des cas. Elles permettent un dénoyage plus rapide de plusieurs puits à la fois. De la même façon le marteau piqueur est également très utilisé. A titre d'exemple, le site d'orpaillage de Sansamba sur la Falémé, où l'exploitation des roches dures provenant de galeries creusées, se fait sur une superficie d'un hectare. La liaison entre le site d'extraction et les unités de traitement est assurée par des motos et des tricycles qui permettent de transporter le minerai.

Photo : matériel de broyage



Photo : engin pour lavage (« cracher »)



Sur la photo de gauche, on voit un engin de broyage (« moulin »). Sur celle de droite, c'est un « cracher » (déformation de l'anglais « crusher » qui signifie broyeur) qui fait un premier traitement après le broyage. Le minerai est ensuite préconcentré par lavage / sluice. Le minerai préconcentré est amalgamé au mercure et l'amalgame est brûlé à l'air libre pour obtenir de l'or spongieux.

Il faut noter l'usage généralisé du mercure, et dans une moindre mesure la cyanuration, dans la récupération de l'or. Le rapport Artisanal Gold Council (AGC et ONU-Environnement) de 2018 estime à environ 5,2 t/an (5261,76 kg/an) de mercure utilisé dans le secteur, dont 3,9 t/an (3934,69 kg/an) et 1,3 t/an (1327,07 kg/an) respectivement dans les régions de Kédougou et Tambacounda.

4 ETAT DES LIEUX DE L'ENVIRONNEMENT ET PROBLEMATIQUES D'HYGIENE, DE SANTE ET DE SECURITE

Lors de la mission de terrain du 29 novembre au 10 décembre 2021, au Sénégal, un état des lieux de l'environnement a été réalisé en se focalisant tout particulièrement sur la ressource en eau dans les zones d'orpaillage. Il s'agissait également d'évaluer les problématiques liées à l'hygiène, santé et sécurité des sites visités.

Des entretiens et des observations « in situ » et par « focus groupes » ont permis d'identifier les caractéristiques de cette activité : les pratiques d'exploitation artisanale de l'or et les impacts environnementaux autour des mines d'or - principalement artisanales – dans le bassin de la Falémé et en particulier son lit mineur.

Les techniques utilisées par les « orpailleurs » entraînent une pollution visible qui se manifeste par l'ensablement ou plutôt l'envasement très important du lit mineur par l'éboulement et/ou l'érosion des berges de la rivière. Dans les pires des cas (méthodes industrielles d'exploitation de « soi-disant orpailleurs »), il y a la destruction totale du lit, des berges et des terrasses alluviales sur des dizaines de kilomètres de long par des dragues lourdes et/ou de gros engins de chantier (pelleteuses). Ces destructions sont bien visibles sur les vues satellites à la période des basses et moyennes eaux, aux coordonnées suivantes :

<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Date de la vue satellite</i>
12.533189°	-11.409504°	Mai 2019
12.500395°	-11.355714°	Mai 2019
12.972033°	-11.381280°	Mai 2020

Pratiquement partout le long de la Falémé (sur les deux rives et particulièrement la rive malienne), à chaque fois qu'il y a un village à proximité de la Falémé, on observe des cônes de déjection créés par les effluents issus des sluices.

Ces phénomènes provoquent la réduction des terres agricoles et la dégradation de la qualité de l'eau.

Plus insidieuse est la pollution chimique, car elle est invisible et son effet est souvent à retardement ; il faut parfois que le lent processus de bioaccumulation opère, pour que l'Homme s'aperçoive des dégâts sur sa santé.

En conséquence, la rivière Falémé est fortement impactée, marquée par une diminution de la profondeur de son lit, une diminution de sa vitesse d'écoulement et surtout par une augmentation de la turbidité. Quant à sa pollution chimique, il faut attendre les résultats de la campagne de dosages réalisés dans le cadre de ce projet.

4.1 Evaluation des impacts environnementaux de l'orpaillage

L'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or, comme d'autres activités extractives, ont un impact fort sur l'environnement. Le Tableau 18 récapitule ces impacts : la destruction des terres arables, la contamination des sols, des eaux de surface et souterraines (Affessi et al., 2016), les émissions de mercure (Hg) dans l'atmosphère ainsi que les rejets directs de mercure dans le sol et l'eau.

Tableau 18 : Récapitulatif des impacts et des risques liés à la pratique de l'orpaillage sur l'environnement et les ressources en eau

Source : Boukaré SABO, décembre 2015

<i>Impacts et Risques</i>	<i>Sources</i>
Destruction du paysage	Processus de fonçage
Déforestation des berges	Coupe pour le bois de soutènement et la construction des habitats de fortune
Ensablement des cours d'eau	Drainage minier (produits de lessivage et du broyage) Déforestation des berges
Pollution des cours d'eau	Utilisation des contaminants notamment le mercure Mise en surface de la zone sulfurée occasionnant la libéralisation des métaux et sulfures Drainage minier (lessivage des contaminants) Poussière de broyage
Pollution des aquifères souterraines	Utilisation des dynamites et des piles Recharge des nappes d'eau de lessivage de toutes natures sans filtrage
Affaissement des nappes	Pompage excessif des nappes
Pollution de l'air	Broyage à sec du minerai produisant de la poussière Mauvais état des « moulins » source de dégazage d'importante fumée
Pollution du sol	Exposition des déchets de traitement Rejets de piles et autres contaminants

4.1.1 Impact sur les paysages

L'impact le plus visible de l'orpaillage est la destruction du paysage. Les impacts de l'orpaillage sur l'environnement se caractérisent par le déboisement des sites pour soutenir les puits d'or et pour avoir de l'espace pour l'exploitation de l'or. Des déboisements sont aussi effectués pour permettre l'implantation des campements. Par ailleurs, les sols mis à nu sont plus facilement érodés sous l'effet des fortes pluies. Ceci contribue à augmenter la quantité de matières en suspension dans les rivières et donc la turbidité de l'eau. Les huiles de vidange, les fûts d'essence, les emballages, les carcasses d'engins sont aussi souvent abandonnées et contribuent à la pollution de l'environnement. Ces déchets peuvent polluer les sols voire les rivières avoisinantes si les pluies les y entraînent. Une fois ces sols dépourvus de leur couvert végétal, ils deviennent très pauvres pour l'agriculture et la présence des trous profonds constituent un danger permanent pour les animaux en divagation (photos ci-dessous).





4.1.2 Impact sur la faune

Les activités d'orpaillage sur les sites du bassin de la Falémé ont contribué à la perte des espèces fauniques dans cet espace à cause de la déforestation et du bruit causé par la mécanisation des sites d'exploitation de l'or. Ces activités entraînent la destruction de niches écologiques et la diminution des populations de certains animaux. Les activités ayant un impact direct sur la faune sont essentiellement le fonçage et l'installation des orpailleurs sur le site. En effet, beaucoup de bois est nécessaire lors du fonçage, pour le soutènement des parois des puits. Il faut en moyenne, une dizaine de troncs d'arbres pour creuser un mètre dans un puits. Un puits nécessite environ cinquante troncs de 20 à 25 cm pour son soutènement. La coupe abusive de bois s'explique aussi par les besoins des habitations et de chauffe. La destruction du couvert végétal se trouve augmentée par ailleurs, par la recherche de pépites d'or jusqu'entre les racines de certaines plantes. Toutes ces activités entraînent le départ de la faune sauvage vers d'autres horizons.

La destruction accélérée du couvert végétal à cause du défrichage, de la coupe de bois et de pailles, la construction de maisons ou d'hangars de fortune à usage d'habitation ou commercial, ont un fort impact sur la flore et la végétation. La savane est fortement déboisée mais aucune surveillance effective n'est mise en place.

4.1.3 Impact sur les ressources en eau

L'eau intervient dans presque toutes les activités de l'exploitation artisanale de l'or. Les sites d'orpaillage ont besoin d'eau pour le lavage, l'extraction et la préparation de l'amalgame, et les activités minières sont toutes situées à proximité des sources d'eau. Pour cette étude, un état des lieux des caractéristiques hydrologiques de la Falémé est présenté en annexe 6. Pour évaluer l'impact des activités d'orpaillage sur la ressource en eau, il est important de bien connaître les données à T_0 , les données de départ.

Une analyse en cycle de vie de l'orpaillage au Pérou, réalisée par Valdivia et Ugaya (2011), s'est intéressée aux impacts de ce type d'exploitation minière, et a estimé que pour produire un kilogramme de minerai d'or concentré (99,5 % d'or) à partir de 24 000 tonnes de minerai, l'exploitation alluviale nécessitait 49 millions de litres d'eau dans l'étape de lavage, soit environ 2 000 litres d'eau pour une tonne de minerai traité. Bien qu'il n'existe pas d'estimations de ce type au Sénégal, il est raisonnable de penser que les chiffres sont similaires si les unités sont mécanisées (elles le sont au Pérou).

Dans le périmètre de cette étude, les activités les plus consommatrices en eau sont les étapes de lavage et d'extraction de l'or par le mercure. En effet, il faut environ 200 litres

d'eau pour le lavage d'un sac de 50kg de « farine » de minerai lors de l'extraction de l'or. Lors du fonçage, les orpailleurs atteignent la nappe phréatique qui se situe en moyenne à 14-15 m de profondeur. Ils ont recours à des motopompes pour pomper des quantités impressionnantes d'eau. Ces motopompes sur site, évacuent chacune plusieurs litres d'eau par jour, contribuant ainsi à diminuer le niveau de la nappe d'eau souterraine. Les « moulins » qui assurent le broyage du minerai, utilisent de l'eau pour refroidir le moteur, consommation d'eau peu importante, mais il faut noter le déversement des huiles usées et d'hydrocarbures qui polluent la ressource en eau.

Le traitement du minerai peut entraîner des rejets intentionnels et non intentionnels d'eau de production et de produits chimiques. Aux pollutions des sols engendrées par les déchets ménagers (piles, sachets, hydrocarbures, etc.) utilisés sur le site, il faut rajouter la contamination des sols par les produits chimiques utilisés lors de l'extraction de l'or (mercure, cyanure, acides nitriques et sulfuriques).

A toutes ces activités s'ajoute la vie quotidienne des orpailleurs, qui nécessite un besoin quotidien en eau (nutrition, lessive, douche, etc.). La production de déchets solides et liquides pollue aussi par lessivage ou par infiltration. L'eau est pompée dans la Falémé et est rejetée ou se déverse dans la Falémé. Ainsi, cette eau, utilisée par les résidents locaux pour leurs besoins quotidiens (toilette, cuisson des aliments et boisson), peut constituer une source d'intoxication pour les riverains.

Les prélèvements excessifs d'eaux de surface ou souterraine, peuvent provoquer une érosion et modifier le débit de l'eau de la Falémé. Une baisse localisée des nappes phréatiques, une augmentation de l'envasement des rivières, une augmentation des inondations, sont des phénomènes observés dans le cadre de l'exploitation minière en général (UNEP, 2008). L'absence de végétation peut être la cause des problèmes d'envasement et de sédimentation, et peut aussi augmenter le ruissellement, ce qui affecte la turbidité (Aryee et al., 2013).

En raison de la nature transitoire et de l'histoire courte de certaines communautés d'orpaillage, les infrastructures d'eau potable et d'assainissement telles que la plomberie intérieure et les latrines à fosse, ou même les zones désignées pour la défécation, peuvent être inexistantes, ce qui pose des problèmes supplémentaires de contamination biologique des sources d'eau potable (Long et al., 2013).

Une turbidité élevée dans les zones minières peut diminuer l'efficacité de la désinfection de l'eau potable. En particulier dans les zones rurales, une turbidité élevée peut conduire à des taux plus élevés de maladies gastro-intestinales puisque de nombreuses personnes consomment des eaux de surface et souterraines non filtrées ou non traitées (Long et al., 2013 ; Rajaei et al., 2015).

Un ruissellement polluant peut altérer le taux d'oxygène dissous, le pH, la turbidité, la conductivité et d'autres paramètres des eaux. L'impact de la pollution dans certaines communautés minières se traduit par du stress hydrique et la nécessité de trouver de nouvelles sources d'eau potable est apparue (Garvin et al., 2009).

Les prélèvements excessifs d'eau affectent généralement plus fortement les petits cours d'eau, dans lesquels une diminution du débit d'eau peut réduire le taux de dilution des charges solides ou des contaminants dans le bassin versant. Cette concentration accrue de limon ou de contaminants nuit à l'écologie aquatique (Burton et Johnston, 2010).

Le prélèvement excessif d'eau de surface et d'eau souterraine peut également entraîner des périodes de pénurie d'eau qui ont un impact sur l'accès à l'eau potable,

l'irrigation agricole et la vie aquatique. La diminution de la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine est importante, car elle peut constituer une source majeure de manque d'eau potable pour les communautés orpaillage (Long et al., 2013 ; Rajaei et al., 2015).

Les puits de mine abandonnés peuvent se remplir d'eau, ce qui peut constituer un terrain de reproduction pour les moustiques (Lu et al., 2011), ce qui constitue un danger supplémentaire pour les orpailleurs vivant sur place (Basu et al., 2015).

L'orpaillage produit plusieurs tonnes de stériles et de résidus chaque année sur les sites des régions de Kédougou et de Tambacounda.

4.1.4 Impact sur les sols et les formations végétales

Les travaux déjà réalisés de Pereira Bareto, 1966 ; Bèye, 1964 et Baldensperger, 1965 cités par Rochette (1974) présentent les différents types de sols du bassin de la Falémé. La typologie de ces sols dépend de la composition chimique des formations du socle cristallin sur lequel ils se sont formés, mais aussi de leur évolution géochimique.

La typologie des sols du bassin est présentée dans le Tableau 19. Les types de sols associés aux paysages varient en fonction de la lithologie des roches à partir desquelles ils se sont formés et de la topographie.

Tableau 19 : Typologie des sols présents dans le bassin de la Falémé

Source Sow A.A, 2007

Typologie	Variante et/ou caractéristiques
Sols ferrugineux tropicaux (groupe des sols lessivés)	Sols ferrugineux tropicaux, sur matériaux sablo-argileux à argilo-sableux, colluvio-alluviaux (sur axes fluviaux)
	Sols ferrugineux tropicaux, sur matériaux argilo-sableux à argileux, plus ou moins limoneux des plateaux
	Sols ferrugineux tropicaux sur matériaux sablo-argileux dérivés des granites (sur la zone granitique)
	Sols ferrugineux tropicaux sur matériaux sableux à sablo-argileux dérivés des grès (au pied des massifs de grès)
Sols minéraux bruts	Sols interzonaux sur cuirasse ferrugineuse (sur des roches diverses : grès, granites, schistes, roches vertes...)
Sols jeunes peu évolués	Sols peu évolués d'érosion, d'origine allochtone (sur matériau gravillonnaire ou riche en éléments ferrugineux)
	Sols peu évolués d'apport, issus du transport (sur matériaux sableux à sables argileux provenant du granite)
	Sols peu évolués hydromorphes (sur matériaux gravillonnaires plus ou moins limoneux-argileux (pétrographie)
Vertisols à para-vertisols	Sols sur roches basiques caractérisés par une richesse en argile gonflante du type montmorillonite (de couleur foncée et une structure large)
Sols bruns eutrophes tropicaux	Sols à bon drainage interne, bien structurés et plus riches en oxyde de fer, relativement imperméables (matériau provenant de roches basiques ou d'alluvions argileuses (plus hydromorphes).
Sols halomorphes	Sols très imperméables du fait de la texture, mais surtout du sodium (sur le bassin ouest)
Sols hydromorphes	Sols de bas fonds soumis à une submersion totale ou partielle, temporaire ou permanente par les eaux.

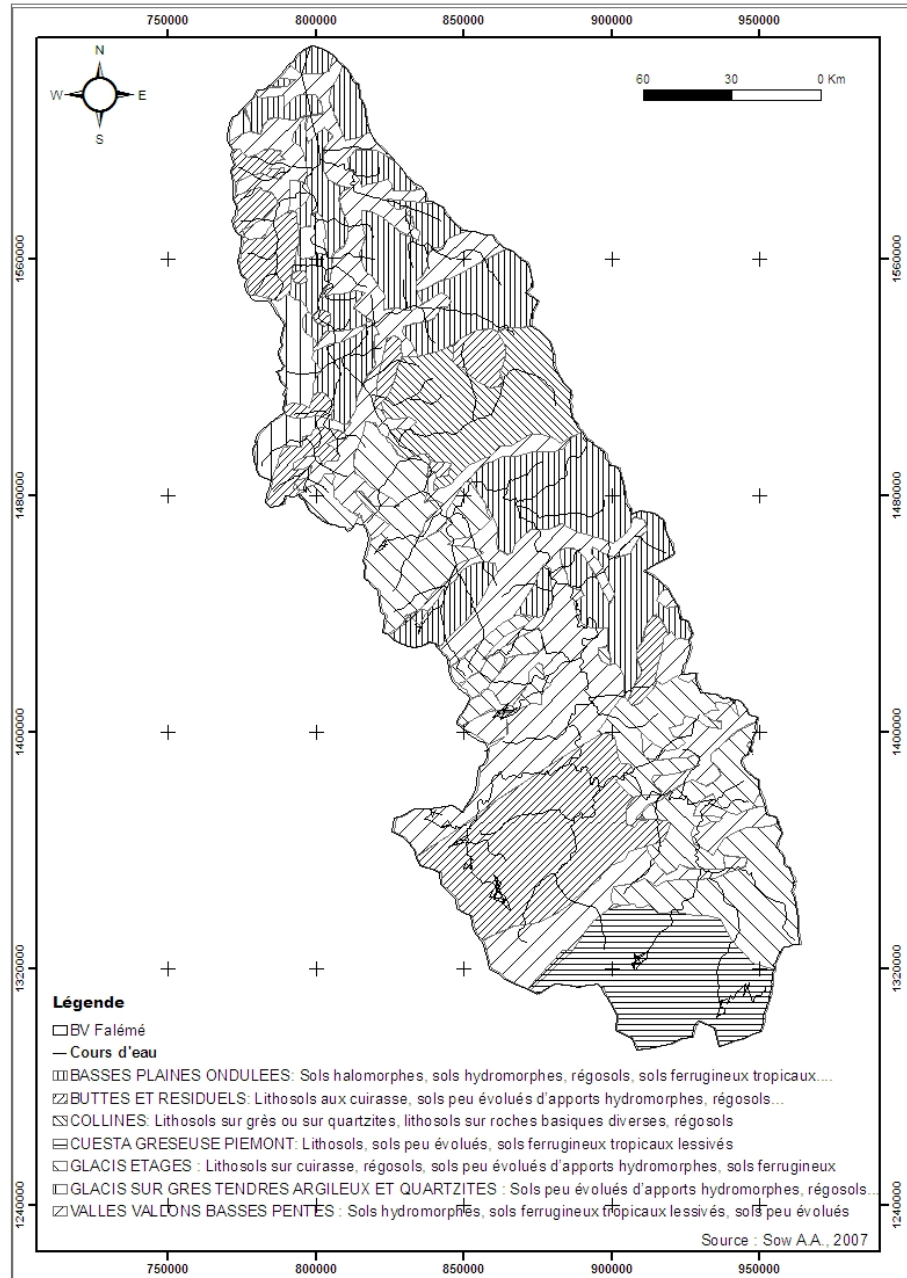


Figure 26 : Esquisse morpho-pédologique du bassin versant de la Falémé, source sow a. a. 2007

Les formations végétales du bassin de la Falémé sont étroitement liées aux sols, à la fréquence et à l'intensité de la submersion des terres, à leur nature, à leur degré de salure, mais surtout à la distribution de la pluie. On distingue deux types de formations dominantes du Nord au Sud du bassin : les formations de savanes qui sont surtout présentes dans la basse et moyenne Falémé et les forêts claires et riches dans la haute Falémé au Sud. Le Tableau 20 donne la typologie de la végétation et quelques espèces dominantes, la Figure 27 montre la distribution des formations végétales entre les trois régions naturelles du bassin.

Tableau 20 : Typologie de la végétation présente dans le bassin de la Falémé

Source AGEFORE, 2004

Typologie		Caractéristiques et/ou zones de présence	Espèces dominantes
Savanes	Les savanes herbeuses	Aux sommets des plateaux	Andropogon gayanus, Sorghastrum sp
		Sur les pentes	Hyparrhenia sp. Loudetia sp, Pterocarpus lucens
	Les savanes arbustives	Association d'herbacées et de ligneux dont la hauteur ne dépasse pas 7 mètres	Combretum glutinosum, Vitellaria paradoxa, Terminalia macroptera, Pterocarpus erinaceus
	Les savanes arborées	Les espèces ligneuses dominant	Parinari excelsa, Erythrophleum guineense, Parkia biglobosa, Isoberlinia doka et Daniellia oliveri
		Au dessus de ce peuplement monotone	Pterocarpus erinaceus, Bombax costatum, Tamarindus indica, Daniellia oliveri
		Sur les terrains défrichés	Khaya senegalensis, Adansonia digitata, Ceiba pentandra
Les steppes sahéliennes	Sur buttes et collines résiduelles	Acacia macrostachya, Piliostigma reticulatum, Andropogon, Pennisetum, Bonenia choetocophala.	
Forêts sèches	Les forêts claires	Elles sont de plus en plus rares et confinées dans les zones encore peu peuplées du bassin de la Falémé	Antiaris africana, Khaya sénégalensis, et Diospyros mespiliformis, Pterocarpus erinaceus, Parinari excelsa, Detarium senegalense, Erythrophleum guineense, Daniellia oliveri, Vitex doniana, Parkia biglobosa, Lophira lanceolata, Afzelia africana, Ceiba pentandra, Adansonia digitata, Sterculia tragacanta, Combretum sp.
	Les galeries forestières	Situées le long de la rivière Falémé et évoluent en formations sempervirentes.	Mitragyna inermis, Uapaca somon, Cola cordifolia, Elaeis guineensis, Raphia sudanica, Borassus flabellifer, Oxytenanthera abyssinica.
	Les bosquets forestiers	Situés souvent autour des villages	Ceiba pentandra, Adansonia digitata, Cola cordifolia

De nombreuses espèces se mélangent à des espèces soudaniennes dans un univers de raphia (*Raphia sudanica*) qui se développent sur les zones constamment inondées. Les zones temporairement inondées des lits majeurs sont peuplées de plusieurs espèces de rôniers (*Borassus aethiopum*). On peut toutefois noter des paysages particuliers en fonction du relief et des sols :

- Sur les plateaux cuirassés, la végétation ligneuse est très réduite aussi bien par le nombre d'espèces que par la taille, composée particulièrement de combrétacées.
- Sur les versants à pente moyenne, la végétation est dense et se caractérise par une grande diversité d'espèces et une belle venue des arbres, mais cette densité connaît une décroissance progressive du haut vers le bas du bassin.
- Sur les versants à pente faible, la végétation ligneuse, toujours assez claire, est dominée par *Combretum glutinosum*, *Acacia dudgeoni* et *Maytenus senegalensis*.

- Dans les bas-fonds, la dissémination de la végétation ligneuse, sa composition ainsi que sa densité dépendent des conditions d'hydromorphie et de la nature des sols.
- Les sols halomorphes portent une savane arbustive assez dense à *Acacia seyal* avec quelques *Pterocarpus erinaceus*, *Balanites aegyptiaca* et *Combretum sp.* Après dégradation, la composition arbustive à *Acacia seyal* se transforme en bosquets avec un tapis herbacé discontinu, entrecoupé par de grandes étendues du sol à nu. Le bambou est fréquent le long des marigots.
- Les terrains cuirassés, souvent parsemés de gravillons et de quelques blocs de cuirasse, sont complètement dénudés en saison sèche. Ce n'est qu'en saison des pluies que ces surfaces rocailleuses se couvrent de graminées, riches en individus mais pauvres en espèces.

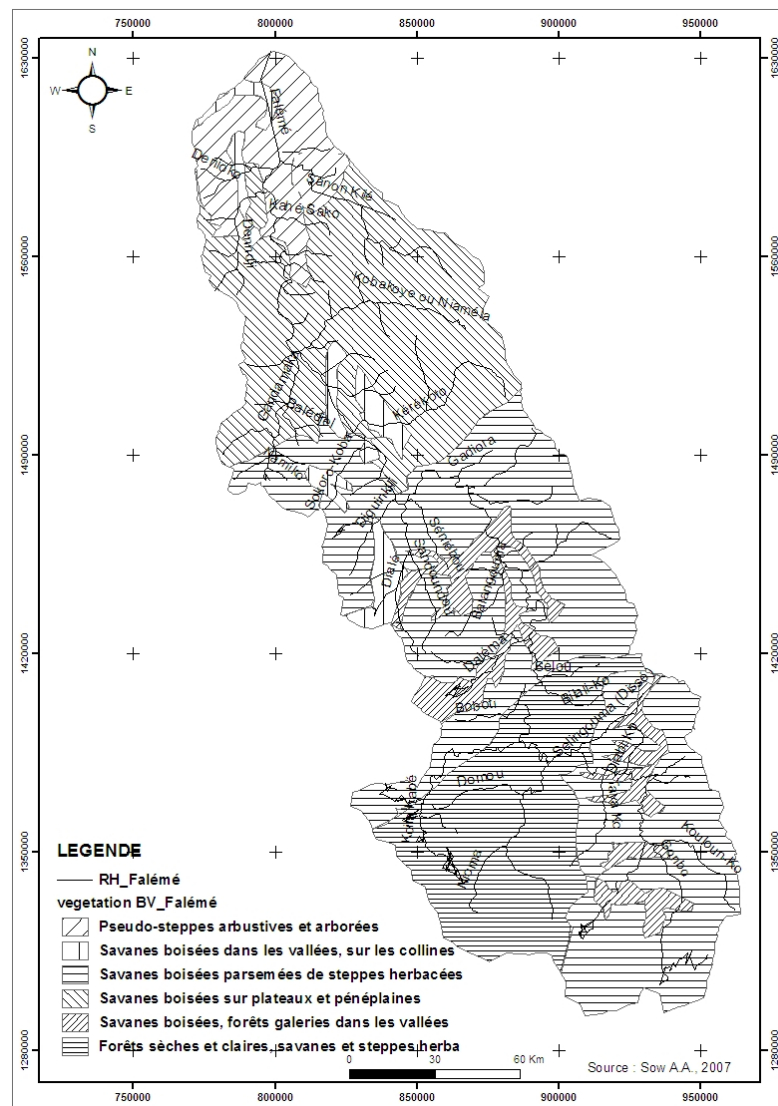


Figure 27 : Esquisse des paysages végétaux dans le bassin versant de la Falémé

Source Sow A .A. 2007

Les sols sont impactés par toutes les étapes de l'exploitation artisanale de l'or.

Le défrichage de la terre arable, pour faire place à une activité minière, réduit la productivité agricole et écologique et rend les terres plus sensibles à l'érosion et à

la désertification. L'exploitation minière dans les zones forestières menace les forêts restantes par la fragmentation, la perte de biodiversité et la dégradation des sols. En l'absence de remise en état, les fosses d'excavation non comblées deviennent un danger physique pour les populations. Les stériles constituent des tas, fortement érodés, fragilisés, emportés par les fortes pluies.

4.1.5 Impact sur l'air et le changement climatique

Agressé de toutes parts par un « orpaillage » sauvage à l'aide d'engins de dragage et de produits chimiques aux effets dévastateurs, le bassin de la Falémé est au bord de la catastrophe écologique. Notons que les pratiques d'orpaillage constatées sur la rive malienne, lors de la mission sur le terrain en décembre 2021, ne peuvent pas être qualifiées d'« orpaillage » car ce sont des exploitations minières industrielles, au mieux semi-industrielles sur les terrasses alluviales récentes ou dans le lit vif. Quant à l'orpaillage sur la rive sénégalaise, il mérite l'appellation d'EMAPE (Exploitation minière artisanale à petite échelle) vu son fort degré de mécanisation au niveau du traitement du minerai aurifère.

Le changement climatique est un phénomène mondial dont les causes sont mondiales. Il s'agit principalement de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (par exemple, le dioxyde de carbone, le méthane, les oxydes nitreux, *etc.*) et de la perte des puits de carbone (par exemple, la déforestation, la perte de pergélisol, l'acidification des océans, *etc.*).

Plusieurs activités sont sources de pollution de l'air comme le broyage du minerai, et dans une moindre mesure le fonçage. D'énormes quantités de poussières ont été observées sur les sites. L'air est pollué par les poussières particulièrement nocives pour la santé. Les pompes dégagent de fortes quantités de fumées et de gaz. L'air est également pollué par les vapeurs de mercure lors du brûlage de l'amalgame. Des déchets rejetés dans la nature sans aucune mesure d'assainissement, occasionnent de fortes odeurs de décomposition. Le vent transporte les déchets d'une zone à une autre.

Un fort niveau de bruit a été relevé (« moulins », motopompes et moteurs) sur tous les sites. La nuisance sonore résulte du pompage des eaux souterraines et des outils de fonçage des orpailleurs.

Bien que le Sénégal ne soit pas un contributeur majeur aux émissions de GES, les activités orpaillage sont responsables de la déforestation dans la zone de la Falémé avec l'utilisation de combustibles fossiles, ce qui contribue au changement climatique. Aucune étude détaillée n'a été menée au Sénégal pour examiner les impacts de l'exploitation aurifère à grande ou à petite échelle sur le changement climatique.

4.1.6 Impact des déchets miniers

Les résidus miniers, constitués principalement de minerai et de roches concassées, constituent une menace potentielle pour la qualité de l'eau, l'écosystème et la santé humaine. Une gestion appropriée de ces déchets nécessiterait un transport par camion vers des sites extérieurs ; cependant, cela n'est pas possible dans un contexte où les ressources sont limitées, et les déchets restent généralement indéfiniment dans les communautés, soit dans des bassins de sédimentation, soit dans des piles (Hayford et al., 2008). Bien qu'aucune étude n'ait documenté les effets directs des déchets non traités sur les écosystèmes, les résultats d'analyse

des différents échantillons d'eau et de sédiments prélevés pendant la mission de terrain, permettront peut-être de quantifier cette pollution.

4.2 La vie menacée d'extinction au bord de la Falémé : la pollution liée à l'orpaillage

La Falémé fournit à elle seule 25 % de l'eau du fleuve Sénégal, elle est impactée par les activités d'orpaillage, surtout quand des engins de dragage sont employés et surtout quand des produits chimiques toxiques sont rejetés dans le fleuve. Principale réserve d'eau pour les populations riveraines, la Falémé arrose 12 communes de Guinée, du Mali et du Sénégal. Il suffit de regarder la couleur rougeâtre de l'eau pour prendre conscience des impacts liés à l'orpaillage.

La Vie (Homme, faune et flore) est menacée d'extinction à cause de l'orpaillage sauvage tout au long des deux rives de la Falémé au Sénégal, et notamment au Mali. Et le plus souvent avec la complicité de fonctionnaires qui délivrent les documents nécessaires, des élus locaux et des notabilités locales corrompues qui prennent des enveloppes pour se taire.

Au Sénégal, sur l'autre rive de ce cours d'eau « calme comme un moribond dans son lit de mort », on indexe la partie malienne avec sa pléthore d'unités de traitement de l'or, notamment des dragues (dragues à godets ou suceuses, mais aussi de gros engins, comme des engins à grosse capacité : pelleteuses, chargeurs, camions, sluices industriels). En effet, dans un reportage de la presse sénégalaise, le président des orpailleurs de Kédougou, Moumoudou Dramé, pointe du doigt une technologie importée du Mali par des opérateurs miniers maliens qui opèrent dans le financement, dans l'achat d'une mine.

« La tendance semble irréversible. Les Sénégalais n'avaient aucune expertise dans le domaine de l'orpaillage. Cette situation catastrophique est l'œuvre de nos parents maliens », a-t-il regretté. « C'est notre milieu naturel qui est menacé. Ce sont les Maliens qui nous fatiguent. Ce sont eux qui ont importé toute la technologie aux conséquences dévastatrices de la rive », a aussi accusé un membre de la société civile sénégalaise. Constituées de pirogues équipées de machines (*dragues suceuses*) par les orpailleurs pour extraire le minerai, elles laissent après leur passage une eau argileuse perturbant la quiétude des lieux.

De nombreux habitants des localités riveraines évoquent déjà avec nostalgie le temps où la rivière était source de vie pour tous les villages situés des deux côtés de la rive. De nos jours, à cause de l'orpaillage sauvage, les superficies de cultures, vivrières qui permettaient aux ménages de se nourrir, se réduisent de façon drastique. Quant aux pêcheurs, ils ne cessent de marteler leur infortune qui fait qu'ils ne peuvent plus nourrir dignement leurs familles par le fruit de la pêche.

Il en est de même pour les femmes qui ne peuvent plus pratiquer le maraîchage qui leur procurait autrefois des revenus pour faire face à leurs besoins et ceux de leurs enfants. Ainsi, les populations ne peuvent plus exercer aucune activité génératrice de revenus alors que leurs retombées économiques de l'orpaillage ne sont pas perceptibles pour tout le monde.

Le nouveau code minier a pourtant interdit le dragage sur les cours d'eau au Mali. Bien appliquée, cette mesure pourrait réduire de façon drastique l'utilisation du mercure sur ces sites. Mais la réalité est que cette mesure n'est pas appliquée.

Aujourd'hui, il ne s'agit plus de dénoncer ou d'interdire, mais aussi de contraindre les responsables à contribuer à la restauration de l'environnement.

4.2.1 Impact de l'utilisation du mercure sur le vivant

Selon des estimations récentes, le secteur de l'orpaillage est la principale source de mercure dans l'atmosphère mondiale, et représente environ 37 % (727 tonnes) de toutes les émissions mondiales (United Nations Environment Programme (UNEP), 2002).

Le mercure est un métal naturel qui existe sous trois formes principales dans la nature : sous forme métal (Hg), sous forme de sels mercuriels inorganiques (par exemple, HgS, HgCl₂) ou sous la forme organique méthylmercure (CH₃Hg). Le mercure métal est utilisé dans l'orpaillage en raison de sa capacité à isoler l'or des autres minéraux non ciblés. Le mercure crée une liaison avec l'or, appelée amalgame. En raison de la faible pression de vapeur du mercure, la combustion de l'amalgame or-mercure permet de séparer l'or. Le mercure émis lors de la combustion des amalgames peut avoir des répercussions importantes à l'échelle locale dans les villages et les villes où des vapeurs de mercure sont émises, et à l'échelle mondiale lorsque ces vapeurs de mercure entrent dans le bassin atmosphérique global et sont transportées sur de grandes distances avant de se redéposer sous forme de mercure inorganique dans le paysage (UNEP, 2002). Le mercure inorganique, sous forme méthylé (lié au carbone), par l'action des micro-organismes, se retrouve principalement dans les écosystèmes aquatiques. Le méthylmercure est présent dans les poissons qui sont des organismes bioaccumulateurs (UNEP, 2002). L'utilisation du mercure impacte aussi les sols et l'eau, ce qui représente, selon les estimations, 37 % du total des émissions anthropiques mondiales de mercure chaque année (UNEP, 2013). Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) estime que l'orpaillage a dépassé la combustion de combustibles fossiles en tant que plus grand contributeur au mercure anthropique mondial dans l'atmosphère (UNEP, 2013). L'Afrique subsaharienne fait partie des plus grands consommateurs de mercure avec l'orpaillage (Pacyna et al., 2010). L'exploitation artisanale de l'or à petite échelle a été identifiée comme l'un des plus grands contributeurs à la pollution par le mercure, contaminant l'atmosphère, les eaux et les personnes (Niane et al., 2014 ; 2019).

En effet, les orpailleurs utilisent le mercure sans aucun système de récupération, ce qui pourrait réduire les rejets dans l'environnement (Figure 28). De nombreux mineurs ont refusé l'utilisation des cornues et se plaignent d'un processus plus lent et de l'impossibilité de voir l'or (Hilson et al., 2006).

L'échec de l'implantation de l'utilisation des cornues provient d'une mauvaise gestion communautaire. Les cornues ont été disposées dans un lieu dédié, où les orpailleurs auraient dû se regrouper pour brûler les amalgames, or les orpailleurs préfèrent travailler en solo et loin du contrôle des autorités.

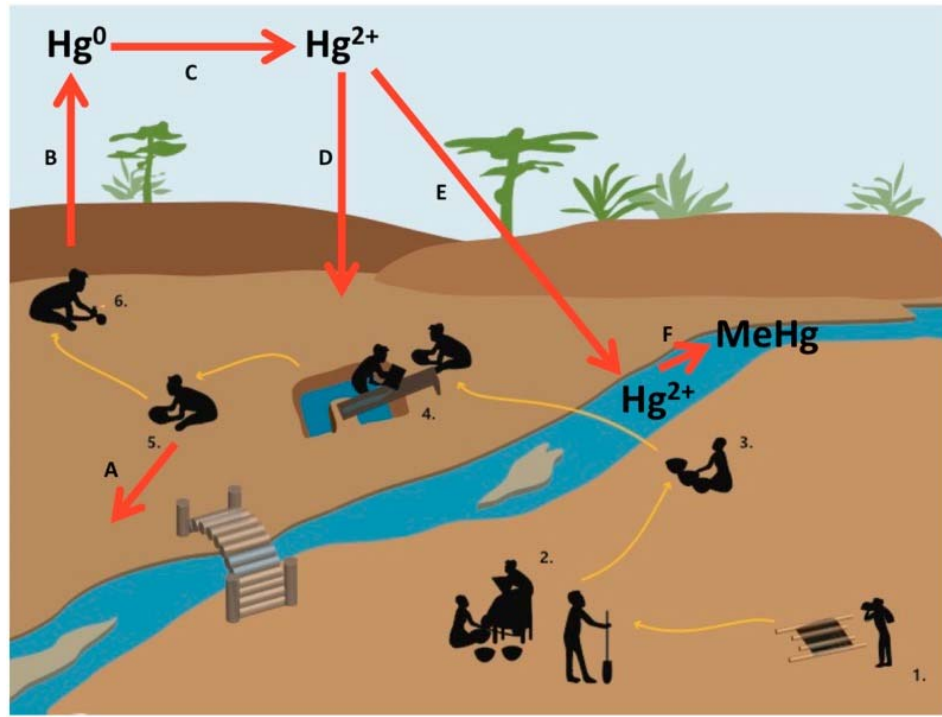


Figure 28 : Cycle du mercure (Hg) dans un processus typique d'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or (orpaillage) Source : Rajae et al., 2015)

Les chiffres représentent les étapes clés du processus orpaillage :	Les lettres représentent les étapes clés du cycle du mercure :
1- excavation, 2- concassage et broyage, 3- fractionnement/éclatement, 4- lavage/séparation, 5- amalgamation, 6- brûlage.	A- mercure résiduel provenant de l'amalgamation peut être rejeté dans le sol et l'eau, B- volatilisation du mercure élémentaire dans l'atmosphère, C- oxydation du mercure élémentaire, D- dépôt sur les systèmes terrestres locaux, E- dépôt dans les systèmes aquatiques locaux, F- méthylation du mercure inorganique en méthylmercure assimilable par les organismes vivants.

Les effets du mercure sur la santé des poissons (Depew et al., 2012), des animaux sauvages (Scheuhammer et al., 2012) et des populations humaines (Mergler et al., 2007) ont été documentés dans le monde entier. Le mercure organique avec ses propriétés de bioaccumulation et de bioamplification se concentre au niveau de la chaîne alimentaire et expose les personnes à risque (les enfants de 0 à 7 ans et les femmes en âge de procréer) à des maladies certaines. La plupart des poissons (individus et espèces) étudiés au Sénégal présentent des niveaux inférieurs à 0,3 µg/g, bien qu'il existe quelques cas d'expositions élevées (Niane et al., 2014 ; 2019). Malgré la possibilité de niveaux élevés de mercure dans les poissons sénégalais, comme dans d'autres parties de l'Afrique, les niveaux sont plus bas que prévu, pour des raisons qui restent à déterminer (Hanna et al., 2014). Un examen des concentrations de mercure dans les poissons de 12 pays d'Afrique subsaharienne a révélé que seuls les poissons échantillonnés à proximité des sites d'orpaillage présentent des concentrations moyennes en mercure supérieures à la limite fixée par la FAO/OMS (Hanna et al., 2014). Ces études rejoignent celles, effectuées sur

les eaux et les sédiments de la Falémé (voir Activité 2.1 du livrable T1 : revue bibliographique définitive) ; à part très localement, c'est-à-dire principalement sur les sites d'orpaillage, pour l'instant aucune étude ne permet d'affirmer que tout le cours de la Falémé est pollué par le mercure des orpailleurs.

4.2.2 L'alerte de l'OMVS sans suite politique

L'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) ne cesse de s'inquiéter des conséquences de l'orpaillage sur la qualité de l'eau, le débit de la rivière et la destruction du lit du cours d'eau. Une situation qui justifie de nombreux projets de développement de cette organisation.

A côté de l'organisation faitière, les organisations de la société civile comme l'Observatoire Citoyen International du Fleuve Falémé (OCIF/Falémé), l'association Action Solidarité Faléa 21 (ASFA 21) au Mali, l'ONG « LA LUMIÈRE » au Sénégal et l'association « SAUVONS LA FALEME » en République de Guinée mènent des actions de sensibilisation et de protestation au niveau des autorités étatiques sur les impacts négatifs de l'orpaillage sur la Falémé. Lors d'une visite en 2019 en compagnie des autorités locales de la région de Kédougou et de la presse, le Haut-commissaire de l'OMVS, M. Ahmed Diane Séméga, n'avait pas pu cacher son inquiétude en déclarant que «la rivière est en état de mort clinique ». Une manière pour lui d'attirer l'attention des différents États membres de l'extrême urgence à agir. Malheureusement, rien ne semble pousser les dirigeants à la prise de conscience et à agir pour sauver les cours d'eau et l'environnement de ces prédateurs (les orpailleurs) qui, de surcroît, pillent nos richesses minières.

Dans cette optique, Ahmed Diane Séméga avait émis l'idée de la mise en place d'une brigade mixte de surveillance de la Falémé entre le Sénégal et le Mali pour assurer la protection de la rivière. Non sans manquer d'évoquer la nécessité par les États, d'harmoniser leurs législations, conformément à la charte de l'OMVS, gageons seulement que cette brigade ne sera pas mise en place après l'extinction de la faune et de la flore.

4.2.3 Evaluation des mesures de limitation et compensatoires

Les mesures de limitation ou les mesures compensatoires sont des mesures d'intervention à mettre en place en fonction du degré d'urgence constaté. Elles peuvent permettre, soit d'éliminer entièrement les impacts négatifs constatés, soit de les réduire.

Il est maintenant admis que la notion d'environnement regroupe les éléments du sol, des espèces (végétales et fauniques, etc.), de l'eau et de l'atmosphère et il est important d'agir sur tous les compartiments de l'environnement. Le Tableau 21 rassemble un certain nombre de mesures qui permettraient d'amoindrir les impacts des activités d'orpaillage sur l'environnement du bassin de la Falémé.

Tableau 21 : Mesures d'atténuations et de compensations

<i>Impacts</i>	<i>Mesures d'atténuations et de compensations</i>
Insécurité	Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
Modification du paysage (Pollution visuelle)	Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
	Réhabilitation progressive du site
	Remblayage des puits abandonnés
	Plan de gestion des déchets
Déforestation/déboisement	Reboisements
	Utilisation des étais pour le soutènement
Pollution des sols	Traitement localisé des sols pollués
	Utilisation des géo-membranes pour empêcher les infiltrations
Epuisement des ressources en eau	Gestion rationnelle de l'eau
Pollution des ressources en eau	Traitement des déchets avant leurs rejets
Maladies (IST, respiratoires, brûlures)	Recyclages
	Infrastructures et personnel de santé,
	Sensibilisation à l'hygiène,
	Campagnes de sensibilisation et de dépistage aux IST/SIDA
Pollutions sonores	Utilisation des EPI et éloignement des « moulins » de broyage du comptoir
Pollution de l'air	Entretien régulier des appareils
	Utilisation des EPI, insonorisation des « moulins » de broyage
	Arrosage si possible des sources de poussière
Perte de la biodiversité	Protéger les espèces rares
Perturbation de l'écoulement des eaux de surface	Ouvrage de drainage des eaux
Erosion des sols	Stabilisation des pentes et talus par la végétation
Production de déchets solides et effluents	Plan de gestion des déchets solides et liquides sur le site
	Sensibilisation à la gestion des déchets
Perte de terre agricole et de pâturage	Dédommagement des agriculteurs et éleveurs
Création d'emplois	Création de micro finance pour la gestion des revenus des orpailleurs

Pour éviter le ruissellement des eaux usées issues du nettoyage de l'or, des bassins de rétention doivent être prévues sur les sites. Ces bassins d'une envergure plus importante qu'il a été donné de constater habituellement doivent être revêtues ou recouvertes d'une géo membrane pour empêcher toute infiltration dans le sol. Ce bassin devrait être le lieu unique pour le lavage de l'or. Non seulement le bassin empêchera l'infiltration de l'eau dans le sol mais aussi il constituera une barre pour éviter tout ruissellement des solutions des résidus nettoyés avec l'eau vers un cours ou plan d'eau situé en aval du site.

En plus des solutions proposées, l'accent doit être mis sur la sensibilisation et l'application de la réglementation dans le domaine de l'eau afin de préserver la qualité et la quantité de l'eau. Aussi, la prise en compte des orpailleurs dans les

instances de l'Agence telles que les CLE permettra à terme un changement de comportement vis-à-vis de la ressource.

4.3 Définition des problématiques d'hygiène, de santé et de sécurité dans les sites d'orpaillage

Afin d'avoir un aperçu de l'état des lieux du dispositif de santé et de sécurité sociale en vigueur au Sénégal, quelques pages ont été ajoutées sur le sujet dans l'annexe 6.

4.3.1 Définition des problèmes dans les sites d'orpaillage

Les problématiques d'hygiène, santé et sécurité (HSS) dans les sites d'orpaillage (EMAPE) sont multiples et souvent exacerbées par la promiscuité des lieux et leur isolement, loin de toutes administrations.

L'évaluations de ces problèmes auraient idéalement dû être réalisées en consultation simultanée avec les communautés locales et les représentants des autorités sanitaires locales. Un travail liminaire d'enquêtes avec ces parties prenantes a été réalisé.

Les risques pour la santé des orpailleurs varient au sein des communautés d'artisans miniers, en fonction de facteurs qui peuvent contribuer à leur vulnérabilité, notamment l'âge, le sexe, les maladies physiques (parasitoses, infections, arthrose ...), la dépendance aux drogues / alcool, ou encore la dépendance à l'égard de ressources alimentaires uniques (mono-alimentation, malnutrition), mais surtout leur position dans la chaîne de traitement du minéral.

L'orpaillage provoque toujours un afflux de main-d'œuvre venant de l'extérieur de la zone orpaillée. Dans certains cas, d'autres personnes peuvent suivre cette main-d'œuvre dans le but de lui vendre des biens (commerçants) et des services (restauration, prostituées) ou en quête d'un emploi (creuseurs, porteurs...) ou d'opportunités d'affaires (achat d'un puits ou d'un placier). Cette population cosmopolite est extrêmement mobile. Elle peut donc amener avec elle des techniques ou des produits dangereux pour la santé.

Ci-dessous sont listés les maux les plus communément rencontrés dans des sites d'orpaillage situés dans des contextes comparables à ceux de la Falémé. Ils affectent une population plutôt jeune, car l'orpaillage est un travail de force. Bien sûr, tous ces maux ne sont pas spécifiques à ce type de population (les orpailleurs), car ils sont aussi l'apanage des ruraux de la brousse.

- Hygiène :
 - Alimentaire :
 - Nourriture déséquilibrée
 - Mauvaise hydratation au cours de la journée
 - Excès de nourriture ou boissons sucrées
 - Consommation d'aliments « avariés » (non frais)
 - Consommation de nourriture polluée par des agents toxiques, voire mortels
 - Consommation d'eau non filtrée ou bouillie
 - Consommation excessive de cigarettes et alcools

- Consommation de drogues et amphétamines
- Corporelle :
 - Mauvaises conditions sanitaires d'hygiène intime : bains, WC
 - Mauvais sommeil (habitat inapproprié, nuit trop courte ou agitée, bruits...)
 - Dentition négligée
 - Pas de soins appropriés en cas de blessures ou de maux divers
- Au travail :
 - Environnement de travail hostile : manipulation de matières dangereuses voire mortelles (produits chimiques, explosifs), travaux de force, poussière, bruit, chaleur excessive, vibrations mains-bras, vibrations de l'ensemble du corps, violences (rixes)...
 - Mauvaises postures
 - Absences de poses à intervalles réguliers
 - Tâches répétitives (peu de changement ou de rotation dans les postes de travail)
 - Travail des femmes à des tâches inappropriées
 - Travail des enfants en âge d'être scolarisé et non conforme à leur morphologie
- Santé :
 - Cerveau, os, foie, reins, estomac touchés par les métaux lourds
 - Zone ORL altérée par la poussière excessive
 - Peau (maladie de peau, attaque par des produits chimiques)
 - Sexe (MST, SIDA)
 - Troubles musculo-squelettiques (TMS)
 - Fractures (chutes, écrasements, rixes, accident de la route)
 - Risques d'écrasement d'un membre ou du corps (voire d'ensevelissement)
 - Violences liées au genre ;
- Sécurité au travail :
 - Éboulements (puits, galeries, front de taille)
 - Chutes (échelles dans les puits, blocs, trous)
 - Pas d'équipements de protection individuel (EPI)
 - Électrocution
 - Coupures ou perforation du corps par des outils / engins
 - Respiration de gaz toxiques : vapeurs de produits chimiques dangereux, gaz d'échappement de moteurs thermiques (motopompes, groupes électrogènes)
 - Présence d'enfants aux abords des endroits dangereux (machines, puits, produits chimiques)

Les risques d'apparition d'un problème dans une zone d'orpaillage sont classés en fonction de la tâche occupée par l'orpailleur ou équivalent (Tableau 22). L'aléa impacte l'orpailleur lui-même, mais aussi, son campement, puis le village et finalement l'intégralité du fleuve.

L'activité d'orpaillage, telle qu'observée en décembre 2021, entraîne donc des risques pour les individus, mais aussi pour les collectivités (communautés locales ou plus lointaines).

Tableau 22 : Tableau synthétique indiquant les relations entre la tâche et les risques encourus pour les orpailleurs

Tâche	Public impacté	Genre	Risque	Lieu
Excavation	Orpailleur individu (creuseur)	Homme rarement Femme encore plus rarement enfant	Immédiat. Risque local	chantier
Concassage / broyage et fractionnement / éclatement	Orpailleur individu manœuvre	Homme Femme enfant (rare)	Immédiat. Risque local	chantier et/ou village
Lavage/séparation	Orpailleur individu laveur (tâche délicate spécialisée)	Homme Femme enfant (rare)	moyen terme. Risque local à lointain.	chantier – village – cours d'eau - mare
Amalgamation de l'or	Individu et alentours (village et aval du fleuve)	Homme Femme	immédiat et permanent. Risque local	chantier – village – cours d'eau
Brûlage amalgame	Individu et alentours (village)	Homme majoritaire - Femme	immédiat et permanent. Risque local à lointain.	chantier – village ou lieu isolé
Lixiviation de l'or par cyanuration	spécialiste (individu souvent burkinabé) et alentours (village et aval du fleuve)	Homme	immédiat et important sur une moyenne période. Risque local à lointain.	lieu isolé (tenu secret par crainte des contrôles)

Le mercure ne tue pas instantanément, même si on en avale ou si on le respire sous forme de vapeurs.

Le problème du mercure métal (Hg^0) est qu'il ne disparaît jamais dans l'environnement. Par contre, il se transforme ultérieurement, on parle de « spéciation » (assez rapide en milieu euxinique), en méthyle de mercure directement assimilable dans la chaîne alimentaire, avec bioaccumulation dans le temps. L'Homme étant le dernier maillon de la chaîne, il concentrera le mercure dans ses organes vitaux à des teneurs telles que cela réduit sa durée de vie et sa fertilité.

Le problème du cyanure est différent. Il est instantanément mortel si on le consomme ou si on respire à haute dose des vapeurs d'acide cyanhydrique.

4.3.2 Evaluation des problèmes liés à la santé dans les sites d'orpaillage

Les sites d'orpaillage (EMAPE) ne respectent aucune norme. Ils n'ont aucune pratique sécuritaire au travail. Les travailleurs y sont donc exposés à une multitude de risques pour leur santé qui se sont accrus en passant du stade artisanal traditionnel au stade de la semi-mécanisation et en utilisant des moyens technologiques et des process archaïques, souvent mal maîtrisés.

Le cours de l'or élevé, le chômage, le faible prix des matières premières, l'espoir d'un gain rapide, tout pousse les Hommes vers ces eldorados où ils sont confrontés aux dures réalités des choses du terrain.

Ainsi donc, les principaux problèmes pour la santé humaine liés à l'activité d'orpaillage dans le bassin versant de la Falémé sont en premier lieu dus à l'usage incontrôlé du mercure (Hg^0 pour l'amalgamation) et du cyanure (KCN ou NaCN pour la lixiviation) pour récupérer l'or dans le minerai. Dans la bibliographie, de nombreuses publications scientifiques font cas de pollutions au mercure dans la Falémé ou d'une manière plus générale dans la région de Kédougou : Niane B., Devarajan N., Poté J., Moritz R., 2019b, - Ba Daouda, 2019, - Gerson J.R., Driscoll C.T., Hsu-Kim H., Bernhardt E., 2018, - Niane, B., et al., 2014 - Diarra H.B., 2014 ; toutefois les résultats d'analyses de mercure y sont très peu mentionnés.

En outre, il y a les rejets miniers (« tailings » et stériles) issus des « sluices » (canal de lavage) et des dragages industriels dans la rivière qui dispersent des métaux lourds potentiellement dangereux pour la santé : chrome, arsenic, plomb et cadmium.

Il y a aussi la poussière de silice provenant des aires de broyage / concassage ou stagnant dans l'air des galeries / puits des travaux souterrains. Elle est dangereuse et plus commune que les produits chimiques mentionnés. Elle est si ordinaire que les orpailleurs y sont habitués et ils ont tendance à en sous-estimer les effets néfastes.

Enfin, il y a la très forte turbidité (eau boueuse) due à l'intense activité des dragues industrielles dans le lit vif de la Falémé.

4.3.3 Evaluation des conséquences de ces pratiques sur la santé des mineurs et des populations locales

Les procédés de concentration de l'or qui utilisent des produits chimiques sont limités dans l'espace (le lieu où se fait la récupération de l'or) et le temps (quelques minutes et quelques jours ou semaines). Par contre leurs effets sur la santé humaine peuvent se faire sentir tout au long d'un cours d'eau, jusqu'à son embouchure ou sa confluence, et ce, quasiment indéfiniment dans le cas du mercure. Ces effets ont donc des impacts directs sur les utilisateurs (« orpailleurs »), mais ils ont aussi des impacts indirects sur les communautés locales qui vivent le long du fleuve et tous ceux qui en consomment les produits (poissons, légumes...).

Les impacts sur la santé du mercure, des métaux lourds particulièrement toxiques, du cyanure, de la boue et de la poussière seront étudiées dans les parties suivantes. Un excellent livret sur les l'impacts de ces métaux et du CN sur la santé humaine et l'environnement vient d'être rédigé par l'ONG Artisanal Gold Council – AGC - (2020).

4.4 Examen des impacts sanitaires du mercure

Le mercure est un métal très toxique pour l'Homme qui s'évapore à température ambiante. Il peut entraîner la mort et provoquer des malformations du fœtus. La littérature scientifique abonde sur le sujet depuis le cas de Minamata au Japon, où le mercure était cinq cent mille fois plus concentré dans les organismes marins que dans l'eau de mer (Furness et al., 1990) ; il faut dire que cette pollution industrielle avait durée plus de trente ans.

L'Homme absorbe le mercure de trois manières :

- Par inhalation (c'est la forme d'intoxication la plus courante et la plus dangereuse) ;

- Par contact avec la peau (lors du trituration pendant l'amalgamation) ;
- Par ingestion (c'est excessivement rare. Mais attention aux jeunes enfants).

Les poumons retiennent environ 80 % du mercure métal inhalé ; ensuite les vapeurs de mercure passent dans le sang à travers les alvéoles pulmonaires.

Si le mercure est ingéré ou touche la peau, on estime que moins de 3% reste stocké dans le corps ; à la longue, ça peut provoquer des irritations de l'épiderme et/ou des yeux.

Lors des visites de sites, les gens ont parlé de telles irritations, mais comme il n'y a aucune étude épidémiologique, il est impossible, pour le moment, de savoir si c'est dû au mercure métal.

Plus grave est l'absorption de méthyl de mercure ou méthylmercure (cation organomercuriel extrêmement toxique pour l'Homme). Il provient de la dégradation du mercure métal dans des conditions anoxiques (sans oxygène) sous l'effet de bactéries réductrices (grâce à la présence de H₂S). Le méthylmercure passe rapidement dans la chaîne alimentaire avec un effet de bioaccumulation. L'Homme étant en fin de chaîne, selon ses habitudes alimentaires (poissons...), il concentre le mercure jusqu'à un seuil qui peut devenir fatal pour sa santé.

L'intoxication au mercure peut apparaître sous trois formes :

- Intoxication aiguë ;
- Intoxication chronique aux vapeurs de mercure élémentaire dans l'extraction artisanale de l'or ;
- Intoxication chronique au méthylmercure.

4.4.1 Intoxication aiguë au mercure

L'image ci-dessous fournit une idée des organes qui peuvent être touchés lors d'une intoxication aiguë qui touche l'orpailleur et ceux qui sont proches de lui pendant son travail avec le mercure :

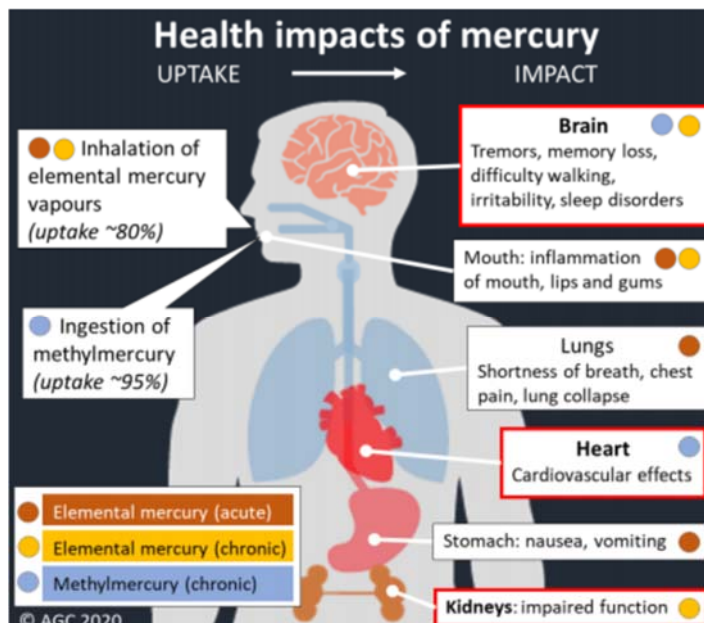


Figure 29 : Représentation schématique des impacts du mercure sur le corps humain

Selon sa condition physique, la personne atteinte aura ou non des séquelles plusieurs jours après une intoxication aiguë.

4.4.2 Intoxication chronique aux vapeurs de mercure

L'intoxication chronique modérée et sévère au mercure élémentaire est la forme la plus fréquente chez les orpailleurs car ils passent beaucoup de temps à chauffer du mercure dans de mauvaises conditions. Les organes touchés sont les mêmes que précédemment. La « maladie » met du temps à se déclarer car elle dépend de la condition physique de la personne et du temps qu'elle passe à travailler avec du mercure. Elle peut se déclarer au bout de quelques jours ou bien dans plusieurs années (5 ou 10 ans). Plus le temps de contamination est long et plus les lésions seront irréversibles, voire mortelles.

4.4.3 Intoxication chronique au méthylmercure

L'intoxication chronique au méthylmercure est due à l'ingestion régulière de nourriture qui contient du mercure. Elle varie selon l'âge de la personne (les plus jeunes et les femmes enceintes sont les plus fragiles), sa santé initiale, les quantités ingérées et la concentration en mercure dans les aliments. Les prédateurs aquatiques (poissons carnassiers, crocodiles) ont les plus fortes teneurs en mercure.

Les dosages de poissons dans la Falémé (Gerson et al., 2018) n'ont pas indiqué de teneurs anormales en mercure.

L'une des pires pratiques de l'EMA se présente lorsque la cyanuration est utilisée pour récupérer l'or fin qui n'est jamais piégé sur les sluices et qui est rejeté avec les tailings. Ces tailings sont alors stockés et revendus aux « orpailleurs » qui utilisent la lixiviation en tas. Le danger vient de ce que certains orpailleurs utilisent du mercure pour amalgamer leur or, dans ce cas, les tailings sont chargés en mercure. Probablement conscients du danger, il semble que les orpailleurs sèchent en plein village, au soleil sur des bâches, ces tailings, probablement pour faire évaporer le mercure. Cette pratique contamine aussi l'environnement en vapeur de mercure. Mais le pire vient de la toxicité des complexes de cyanure de mercure (CN-Hg), formés en fin de la lixiviation ; ils sont solubles alors que le mercure élémentaire (Hg⁰) ne l'est pas.

Il est également probable que les complexes CN-Hg rendent le mercure davantage biodisponible et, ainsi, augmente la potentialité de méthylation en fonction de l'acidité de l'eau, de sa température et de la présence de bactéries (Richard M., Moher P., et Hamza, D. 2015).

4.5 Examen des impacts sanitaires des autres métaux lourds

La présente étude ne porte pas sur la spéciation des Eléments Traces Métalliques (ETM). Elle quantifie uniquement, quand c'est possible, c'est à dire quand la valeur de l'analyse est au-dessus du seuil de quantification, la fraction mobilisable (l'éluat) des éléments chimiques ; étant entendu que ce dosage indique une valeur à l'instant du prélèvement dans les eaux de surface ou de profondeur. Par contre, dans les sédiments, la composition globale des ETM qui s'accumulent au cours du temps a été mesurée. Or ce sont les sédiments de décrue qui ont été échantillonnés (en décembre les eaux de la Falémé baissent), et ne représentent que l'image

géochimique de la saison en cours. Il faut alors se rappeler qu'entre les périodes d'étiage et de crue, le débit de la Falémé peut varier de 1 pour 1000 ; ce phénomène de « chasse d'eau » joue certainement un rôle primordial pour la « remise au propre » des zones polluées chimiquement. Le problème est que dans la nature rien ne disparaît. Ce phénomène doit tout simplement déplacer la pollution plus loin, dans le fleuve Sénégal.

La modification du cours de la Falémé par un barrage va totalement bouleverser cet « équilibre » et probablement augmenter le risque de pollution par les ETM, au moins en amont du barrage, là où les eaux seront stagnantes... surtout si la matière organique (végétation) n'est pas totalement déblayée avant la mise en eau.

La classification en métaux lourds (Al, Cd, Cr, Pb, Zn, Se ...) est souvent discutée. En effet certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement « lourds » (le zinc et le cadmium, par exemple), tandis que certains toxiques (arsenic) ne sont pas métalliques.

D'une manière générale, les métaux ont des effets toxiques sur les êtres vivants, plus ou moins importants selon les concentrations absorbées. Leurs impacts sur la santé humaine sont comparables à ceux du mercure, même s'ils ne surviennent pas dans les mêmes conditions. Ces impacts diffèrent selon la forme chimique (la spéciation) sous laquelle les métaux se retrouvent dans l'environnement. Cela dépend aussi de leurs concentrations, de leur biodisponibilité et de leur capacité à entrer dans la chaîne alimentaire.

Au-delà d'une certaine concentration (définie par les normes OMS ou équivalent), la plupart des métaux deviennent toxiques. Certains métaux peuvent être cancérigènes (arsenic, par exemple) et dégrader les systèmes immunitaires et reproductifs (mercure, par exemple).

4.5.1 Intoxication au plomb

Dans la Falémé, l'étude n'a relevé de cas de saturnisme, qui est une maladie correspondant à une intoxication aiguë ou chronique par le plomb.

Le plomb, même à faible dose, est facteur de handicap mental s'il contamine l'embryon ou le fœtus.

Le saturnisme n'est pas transmissible au sens infectieux du terme, mais une jeune femme qui a été significativement contaminée par le plomb (éventuellement des années avant, jusqu'à 20 ans plus tôt, quand elle était fillette, adolescente ou jeune adulte) transmet la maladie à son enfant in utero.

Il y a plusieurs techniques de détection du plomb chez l'Homme pour savoir si la contamination est récente ou ancienne. La plombémie (taux de plomb dans le sang) est l'une d'entre elles ; c'est l'indicateur le plus communément utilisé dans le monde pour des raisons de commodité de mise en œuvre, mais il est incomplet car il n'indique qu'une contamination récente du sang.

4.6 Examen des impacts sanitaires du cyanure

Le cyanure (CN) n'est pas persistant dans l'environnement contrairement au mercure.

Cependant, lorsque les concentrations sont élevées, le CN est très toxique pour les écosystèmes aquatiques, les poissons, les oiseaux, les mammifères. Il est un danger grave pour l'humain, en particulier s'il atteint les points d'approvisionnement en eau potable (Richard M., Moher P., et Hamza, D. 2015). Les dérivés de cyanure sont aussi toxiques pour l'homme, l'animal et l'environnement tant à l'état de vapeur que dilués dans l'eau. Toutefois le cyanure est rapidement décomposé par le soleil et l'air en un produit chimique moins toxique, à condition que le pH de la solution CN ne devienne pas acide ; il y a alors risque de dégazage de cyanure d'hydrogène H CN qui est mortel en cas d'inhalation ou d'explosion.

Le cyanure de sodium (ou potassium) est utilisé par les orpailleurs pour lixivier les tailings issus des sluices car il permet 60 à 90% de récupération de l'or fin (au sens granulométrique) qui y est encore contenu. Ces tailings peuvent parfois contenir du mercure ce qui en augmente la toxicité avec la création de complexes de cyanure de mercure (CN-Hg) et partant, de méthylmercure qui est facilement assimilable dans la chaîne alimentaire.

4.6.1 Effets sur la santé de la toxicité du cyanure

4.6.1.1 Impacts directs

Le cyanure est un produit chimique à action rapide et potentiellement mortel qui existe aussi naturellement dans la nature (manioc, amandes et qui peut exister sous diverses formes : un gaz (cyanure d'hydrogène), un liquide incolore, ou sous forme de cristaux, de poudre ou de pastilles (sels de cyanure tels que sous forme de cyanure de sodium ou potassium).

Les cas d'intoxication au CN n'ont pas été identifiés lors de l'étude parce que son usage est interdit et que les soins sont réalisés illégalement. D'une manière générale, l'intoxication aiguë est susceptible de se produire lorsqu'il y a :

- Mélange d'acide et de sels cyanurés, ce qui entraîne l'émanation de gaz mortel de CN ;
- Entreposage, élimination ou transport inadéquat des solutions de CN et des sels, ce qui peut induire soit l'émanation de gaz de CN, soit le rejet des solutions de CN dans les systèmes aquatiques (Richard M., Moher P., et Hamza, D. 2015).

Le Tableau 23 fournit les limites d'exposition au cyanure dans l'air et l'eau (Hebert, 1993) :

Tableau 23 : Seuil limite d'exposition au cyanure selon le milieu

Milieu	Seuil	Organismes réglementaires
Air	5 mg/m ³	ACGIH et NIOSH
Eau	0,2 mg/L	USEPA
	0,05 mg/L	OMS

L'OMS indique que l'exposition au CN à des niveaux de :

- 20-40 mg/m³ pendant 20 à 60 min entraînera des effets bénins ;
- 120-150 mg/m³ pendant 30 à 60 min peut provoquer mort ;
- 150 mg/m³ pendant 30 min provoquera la mort ;
- 300 mg/m³ est immédiatement mortelle (WHO, 2004).

Les risques d'exposition aiguë au CN se font par la respiration, le toucher (la peau. Par exemple lorsque l'orpailleur marche pieds nus à côté des bassins de lixiviation) ou l'ingestion (un enfant peut boire par accident).

Les autorités ne sont généralement pas au courant d'intoxication au CN car ce serait avouer qu'on utilise une pratique interdite. En outre si l'intoxication est grave, le patient est mort avant d'arriver à l'hôpital.

L'image ci-dessous mentionne les principaux organes impactés par une exposition au cyanure (AGC, 2020) :

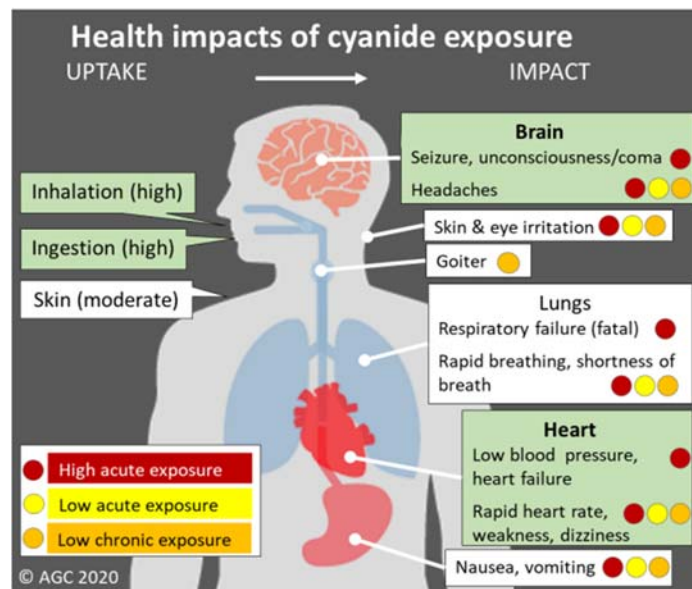


Figure 30 : Représentation schématique des impacts du cyanure sur le corps humain

Les symptômes et les organes affectés dépendent de la durée d'exposition, de l'âge, de la présence de comorbidité.

Les voies d'exposition au cyanure sont identiques à celles du mercure. On ne connaît pas de cas d'exposition chronique au CN dans les sites d'orpaillage de la Falémé, mais l'eau de consommation pourrait en devenir un.

4.6.1.2 Impacts indirects

Les impacts indirects sont limités du fait que le cyanure se dégrade vite dans l'environnement et que les sites de lixiviation sont cachés et, soi-disant éloignés, des lieux de vie (village, campement).

La probabilité pour qu'une communauté entière soit intoxiquée est donc faible mais pas impossible en cas de mauvaise manipulation par l'orpailleur ou d'infiltration au niveau de la nappe phréatique ou du fleuve (animaux).

Cependant, le fait que des tailings, considérés comme stériles par la méthode de récupération de l'or avec des sluices (ou une autre méthode gravitaire), soient parfois mélangés par les orpailleurs avec du mercure est extrêmement nocif pour l'environnement (à cause de sa transformation en méthylmercure).

4.6.1.3 Traitements en cas d'intoxication

Le texte ci-dessous est repris de AGC, 2020.

L'intoxication aiguë au cyanure peut être traitée avec des antidotes et des soins médicaux de soutien (en particulier pour symptômes respiratoires et cardiovasculaires). Les antidotes sont plus efficaces s'ils sont administrés immédiatement après exposition, il est donc important de consulter immédiatement un médecin.

Si le cyanure est ingéré, le charbon actif peut aider à l'adsorber dans l'intestin et à empêcher son absorption dans la circulation sanguine.

Le charbon doit être utilisé dans la première heure après l'exposition ; une dose unique de 50g de charbon actif en adultes et 1 g/kg, jusqu'à un maximum de 50 g, chez les enfants.

Étant donné que les soins médicaux adéquats ne sont souvent pas disponibles dans les sites miniers artisanaux éloignés, l'atténuation des risques devient encore plus importante.

Toutes les exploitations utilisant du cyanure doivent disposer d'un kit d'antidote au cyanure approuvé et d'une personne pour administrer le kit (dans la plupart des cas par voie intraveineuse) au patient.

4.6.1.4 Pollution CN dans l'environnement

Dans la Falémé, les risques de pollution au cyanure sont certainement plus grands pour les orpailleurs qui le manipulent que pour l'environnement au sens large. En effet les sites sont généralement des unités de petites dimensions (de quelques m² à une dizaine de m²) isolées, loin des centres habités. Ces dimensions n'ont rien de comparable avec celles des grandes mines. Toutefois leur morcellement sur toute une région orpaillée complique leur contrôle et augmente le risque d'un accident par le fait qu'il y a un grand nombre d'intervenants dont le niveau de qualification pour manipuler le cyanure n'est certainement pas partout équivalent et loin de se faire selon les règles de l'art.

En fait, d'une manière générale, il y n'y a pas d'études approfondies sur l'impact environnemental du cyanure dans les sites d'orpaillage car ces procédés d'extraction est récemment apparu dans la sous-région. Toutefois, il prend de plus en plus d'ampleur. Dans la sous-région, le point de départ de la lixiviation par des orpailleurs serait le Burkina-Faso.

Comme tout produit chimique, la pollution au niveau des bassins de lixiviation peut survenir par les liquides ou les gaz qui sont susceptibles de contaminer les eaux, les sols et l'air.

Contrairement au mercure, le cyanure n'est pas bioaccumulé dans les organismes aquatiques (plantes, poissons...), mais à forte dose, il peut les tuer.

Le schéma ci-dessous résume le procédé naturel de dégradation du cyanure dans un bassin de remplis de tailings à lixivier (AGC, 2020) :

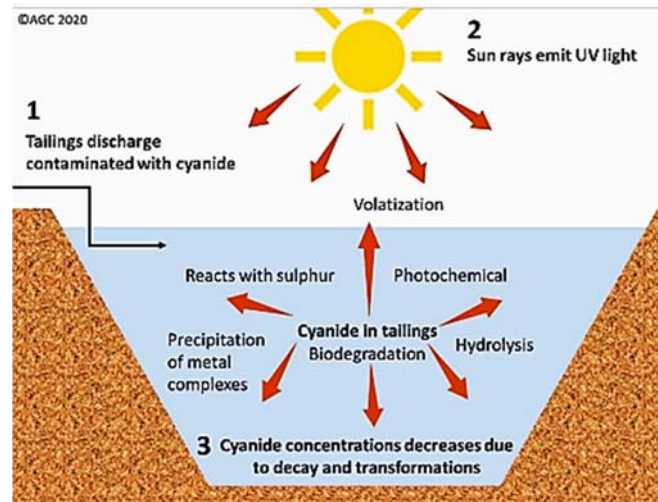


Figure 31 : Schéma présentant le procédé naturel de dégradation du cyanure dans un bassin remplis de taillings

Contrairement au mercure, le cyanure se dégrade dans l’environnement jusqu’à un niveau de spéciation moins toxique, comme du gaz carbonique et des nitrates. Cette vitesse de dégradation varie selon le type de sol, la température, le pH, l’ensoleillement, la profondeur de la nappe phréatique, l’agitation de la solution par l’orpailleur, l’abondance de micro-organismes.

4.6.1.5 Prévention des risques de contamination ou d’empoisonnement au cyanure

Les risques pour la santé et l’environnement associés à l’utilisation du cyanure sont contrôlables avec divers mesures préventives (AGC, 2020) :

Tableau 24 : Risques encourus et précaution à prendre pour l’utilisation du cyanure

Risques	Précautions à prendre	Mesures de prévention
Gestion du cyanure (produit chimique)	Transport, stockage, manipulation. Eviter la décomposition du cyanure (Na ou K) en cyanure d’hydrogène.	Respecter les normes en vigueur. Stocker dans un récipient étanche avec une étiquette signalant le contenu dangereux. Stocker dans un endroit sec, « frais », ventilé.
Gestion des travailleurs	Avertir qu’on utilise du cyanure.	Panneaux signalétiques. Prévoir un périmètre de protection. Prévoir un plan d’évacuation.
	Interdire de fumer, manger et boire à côté du cyanure.	Panneaux signalétiques. Placer les aliments loin des bassins de lixiviation.
	Porter des EPI pour éviter tout contact avec le cyanure et ses dérivés.	Gants, bottes en caoutchouc, lunettes, masque à gaz pour risque chimique, combinaison.
Gestion des unités de lixiviation	Rester en pH basique (10) pour éviter le dégazage de cyanure d’hydrogène (HCN) mortel.	Bandelettes pH pour contrôler le pH.

Risques	Précautions à prendre	Mesures de prévention
		Ajouter de la chaux (CaO) pour baisser le pH.
	Manipuler les produits chimiques dans une zone ventilée.	Choisir un endroit bien ventilé, loin des habitations, loin des points d'eau. Faire attention à la direction des vents dominant.
Gestion des résidus avec du cyanure	Favoriser la destruction naturelle du cyanure.	Prévoir un plan de gestion.
	Réduire la contamination de l'environnement.	Tester régulièrement tous les effluents (papier pH, poissons).

Une manière facile, efficace et peu chère de tester la pollution CN est de placer un vivier à poissons juste à la sortie de l'effluent. L'étude d'HANNA et al. (2014) n'a pas révélé de traces de cyanure dans les poissons de la Falémé ; le test serait maintenant à actualiser.

4.7 Examen des impacts sanitaires de l'eau

Qui n'a pas entendu le dicton :« L'eau, c'est la Vie ! » ?

Mais l'eau est aussi le plus grand vecteur de maladies infectieuses. Sa non-potabilité, due à une trop forte charge en minéraux ou éléments chimiques, est à l'origine de maladies graves ou mortelles pour l'Homme et les animaux. Outre la présence des métaux dont il a été précédemment question, les Matières En Suspension (MES) dans la Falémé sont principalement argileuses, ce qui lui donnent son aspect boueux.

D'ailleurs ce sont ces mêmes argiles qui transportent par adsorption des ions métalliques qui peuvent provoquer des allergies et, parfois qui sont toxiques pour la boisson et la cuisine.

Dans la Falémé, la qualité de l'eau est certainement plus altérée par les MES que par les ions métalliques ou les hydrocarbures provenant des machines qui sont sur ou proches de la rivière.

La boue (notamment celle issue des rejets des dragues industrielles) transforme totalement l'écoulement et le lit de la rivière :

- Les zones de rochers affleurantes sont envasées (station de Gareboueya : annexe 9, n°1, fiche n°6) ;
- Le lit vif est colmaté par les rejets des dragues industrielles sur plusieurs kilomètres de long ;
- Les berges sont envasées, sur une épaisseur non déterminée, mais qui fait probablement plusieurs décimètres ;
- Le flot ressemble parfois davantage à une coulée boueuse qu'à de l'eau (notamment lorsqu'on se trouve proche et en aval d'une zone draguée par des engins lourds).

Ainsi donc, il semble évident que cette boue a tué et tue toute vie dans la rivière :

- En sédimentant en grande abondance, elle recouvre puis étouffe entièrement la végétation du fond ou des bords de rives. Empêchant ainsi le développement

des plantes aquatiques qui sont la nourriture ou le biotope des bêtes vivant dans l'eau ;

- En colmatant les branchies des poissons qui meurent asphyxiés faute de pouvoir respirer normalement. Ils meurent donc certainement d'étouffement et non pas sous l'action des poisons métalliques en solution ou par manque d'oxygène.

La très forte turbidité de la Falémé oblige les femmes à faire de plus longs trajets pour aller chercher de l'eau pour leurs besoins ménagers ou contraignent les hommes à creuser des petits puits pour abreuver leur bétail et pour les besoins ménagers.

Une fois abandonnés par les orpailleurs, les puits et tranchées creusés dans le lit de la Falémé ou ses berges forment des trous d'eau stagnantes où pullulent les insectes et organismes aquatiques porteurs de maladies. L'OMS a beaucoup travaillé sur les maladies liées à l'eau.

En somme, cette boue rend la rivière impropre à son usage habituel pour les populations riveraines.

4.8 Examen des impacts sanitaires des poussières

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et le Bureau International du Travail (BIT) reconnaissent l'exposition à la poussière (silice, amiante) comme étant une préoccupation grave pour la santé humaine et donnent des lignes directrices pour réduire l'exposition à la poussière.

Ainsi donc, pour parachever la situation sanitaire des orpailleurs, il est absolument nécessaire de mentionner la poussière : un fléau qui est beaucoup plus répandu que les précédents (Hg, CN, ETM ...) dans les sites d'orpaillage. Il fait partie des risques individuels car il est localisé là où se tiennent les opérations de comminution (réduction d'un solide par fragmentation manuelle ou mécanique ou par explosifs) dans les sites filoniens ou les puits et galeries. Les roches dures exploitées sont pratiquement toujours quartzieuses (quartz aurifère), donc très riches en silice (plus de 95%) et souvent encaissées dans des roches basiques (amphibolites, méta-basaltes, serpentinites), donc avec possibilité d'amiante.

La poussière est visible et dangereuse pour les zones ORL.

Elle est particulièrement dense et fine (plus elle est fine et plus elle est dangereuse car elle pénètre jusqu'au fond des alvéoles pulmonaires) quand on broie à sec.

Dans les zones exposées aux poussières, les maladies associées sont la silicose, la tuberculose pulmonaire et l'asbestose. Accumulées avec d'autres maladies, comme le VIH-SIDA, elles peuvent favoriser un cancer et donc, à terme, entraîner la mort du sujet.

Les vents dominants qui poussent les particules de mercure métallique ou les gaz dérivés du cyanure favorisent la formation d'un cône de pollution au sol, dans un sens puis dans l'autre en fonction des alizés. La zone d'influence de la pollution dépasse donc largement l'endroit où existe l'activité.

Pour se protéger de la poussière, il suffit de porter un masque (mesure illusoire, connaissant la mentalité des orpailleurs) ou, plus facilement, vaporiser de l'eau ou arroser légèrement l'endroit poussiéreux.

Evidemment, là où il y a beaucoup de poussière, femmes et enfants sont proscrits.

5 ETAT DES LIEUX DU CADRE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL LIE A LA GESTION DE L'ORPAILLAGE DANS LES PAYS CONCERNES

5.1 Analyse des instruments internationaux, régionaux et nationaux liés à la gestion de l'exploitation minière à l'échelle artisanale d'or

Le Mali et le Sénégal se sont engagés dans différentes initiatives internationales en rapport avec la protection des ressources minières qui sont présentées dans la section suivante.

5.1.1 Conventions à portée universelle

Le Mali et le Sénégal sont des États qui ont ratifié ou accédé à différentes conventions internationales en rapport avec la protection des ressources naturelles et minières. Ces conventions portent notamment sur l'Exploitation Minière Artisanale à Petite Échelle (EMAPE). Il s'agit des textes suivants :

5.1.1.1 Les conventions relatives à la lutte contre les changements climatiques¹

La Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC) du 5 juin 1992, ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 28

¹ Liens pour les différentes conventions : (CCNUCC)

décembre 1994 et le 17 octobre 1994 et entrée en vigueur le 21 mars 1994, complétée par le Protocole de Kyoto à la CCNUCC du 11 décembre 1997 ratifié respectivement par le Mali et le Sénégal, le 28 mars 2002 et le 20 juillet 2001 et entré en vigueur le 16 février 2005 ; l'Accord de Paris sur les changements climatiques du 12 décembre 2015, ratifié respectivement par le Mali et le Sénégal, le 23 septembre 2016 et le 21 septembre 2016 et entré en vigueur le 4 novembre 2016 ; le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone du 16 septembre 1987, ratifié respectivement par le Mali et le Sénégal, le 28 octobre 1994 et le 6 mai 1993 et entré en vigueur le 1^{er} janvier 1989 ; la Convention de Vienne sur la Protection de la couche d'Ozone du 22 mars 1985. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 28 octobre 1994 et le 19 mars 1993 et est entrée en vigueur le 22 septembre 1988.

La CCNUCC a comme objectif ultime de « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (art. 2). Elle est complétée notamment par l'Accord de Paris qui vise à renforcer l'intervention mondiale face à la menace posée par les changements climatiques, dans le contexte du développement durable et des efforts d'éradication de la pauvreté. L'acide sulfurique (H₂SO₄) et nitrique (HNO₃) utilisé dans l'extraction artisanale de l'or participe à l'augmentation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone².

5.1.1.2 Convention relative à la protection des zones humides d'importance internationales³

La Convention a été adoptée à Ramsar (Iran), le 2 février 1971. Le Mali et le Sénégal ont adhéré respectivement à ladite convention, le 25 mai 1987 et le 11 juillet 1977. La Convention est entrée en vigueur le 21 décembre 1975. La Convention a pour objet de protéger les zones humides. Les zones humides sont définies comme « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce... ». Il est demandé à chaque État partie d'inclure dans la liste des zones qui doivent faire l'objet d'une protection en y interdisant certaines activités. La Falémé étant considérée comme une zone humide, vu qu'il s'agit d'un cours d'eau naturel, les stipulations de la Convention doivent s'y appliquer.

https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-a&chapter=27&clang=_fr (Protocole de Kyoto)

https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-2-a&chapter=27&clang=_fr (Protocole de Montréal)

https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-2&chapter=27&clang=_fr (Convention de Vienne)

² http://État.environnement.wallonie.be/files/Publications/Rapport%20analytique%202006-2007/Chap09/3_DestructionCoucheOzone/dossier_AIR_mahieu.pdf

³ https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_f.pdf

5.1.1.3 Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel⁴

La Convention a été adoptée à Paris par la Conférence Générale de l'UNESCO, le 16 novembre 1972. Le Mali et le Sénégal ont adhéré respectivement à la Convention, le 5 avril 1977 et le 13 février 1976. Le patrimoine mondial culturel et naturel se rapporte aux sites du patrimoine culturel et naturel de valeur universelle exceptionnelle. Différents sites ont été relevés dans. C'est le cas du fort de Médine dans la région de Kayes et qui est situé sur la Falémé et le fort de Bakel. En effet, la Falémé se jette dans le Sénégal entre le fort de Bakel et les ruines du fort Saint-Joseph⁵. Chacun des États parties à la Convention reconnaît l'obligation d'assurer l'identification, la protection, la conservation, la mise en valeur et la transmission aux générations futures du patrimoine culturel et naturel. La convention exige des pays qu'ils protègent la biodiversité, utilisent de manière durable les divers éléments de la biodiversité et partagent les bénéfices qui découlent d'une utilisation juste et équitable de la biodiversité. Par ailleurs, l'UNESCO qui est à l'origine de la Convention a favorisé l'élaboration d'un document relatif à l'« engagement pour des zones d'exclusion ») par lequel toutes les sociétés membres de l'ICMM se sont engagées à : "Respecter les zones protégées officiellement désignées et ne pas prospecter ni exploiter les sites du patrimoine mondial.

5.1.1.4 Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)⁶

La Convention a été signée à Washington, le 3 mars 1973. Le Mali et le Sénégal ont accédé respectivement à la convention, le 18 juillet 1994 et le 5 août 1977. La convention est entrée en vigueur, le 1^{er} juillet 1975. La convention vise à assurer la protection des espèces menacées d'extinction qui sont ou qui pourraient être affectées par le commerce, les espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce des spécimens de ces espèces n'était pas soumis à une réglementation stricte ayant pour but d'éviter une exploitation incompatible avec leur survie et les espèces qu'une Partie déclare soumises, dans les limites de sa compétence, à une réglementation ayant pour but d'empêcher ou de restreindre leur exploitation, et nécessitant la coopération des autres Parties pour le contrôle du commerce (Art. II.1.2.3). Les espèces chassées dans la Région de Kédougou, sont notamment la Pintade, le Guib harnaché, le Cob, la Gazelle, l'antilope et le babouin⁷ qui sont cités dans les annexes de la CITES.

4 <https://whc.unesco.org/archive/convention-fr.pdf>

5 <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/5439/>

6 <https://cites.org/sites/default/files/fra/disc/CITES-Convention-FR.pdf>

7 UICN, Évaluation économique des ressources sauvages au Sénégal : évaluation préliminaire des Évaluation économique des ressources sauvages au Sénégal : évaluation préliminaire des produits forestiers non ligneux, de la chasse et de la pêche continentale, 2006 ;

5.1.1.5 Convention sur l'élimination des discriminations à l'égard des femmes⁸

La Convention a été adoptée le 18 décembre 1979, ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 10 février 1985 et le 5 février 1985 et elle est entrée en vigueur, le 3 septembre 1981. Elle exige des États, l'édiction de mesures pour supprimer sous toutes leurs formes, le trafic des femmes et l'exploitation de la prostitution des femmes (art. 6). Dans les lieux où s'exerce l'EMPAPE d'or, on constate le développement de la prostitution. En effet, la prostitution contribue à l'augmentation du VIH/SIDA et d'autres maladies sexuellement transmissibles dans les communautés autour des sites d'extraction de l'or. D'ailleurs, en mars 2021, les autorités sanitaires indiquaient à l'ISS que le taux de prévalence du VIH/SIDA en 2020 était de 0,9 % sur les sites d'orpaillage contre 0,6 % dans la région de Kédougou et 0,5 % au niveau national⁹.

5.1.1.6 Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination¹⁰

La Convention de Bâle a été adoptée le 22 mars 1989. Le Mali et le Sénégal ont adhéré respectivement à la convention, le 5 décembre 2000 et le 10 novembre 1992. La convention est entrée en vigueur, le 5 mai 1992. La convention a pour but de protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs résultant de la production, de la gestion, des mouvements transfrontières et de l'élimination des déchets dangereux et d'autres déchets. La mise en œuvre de mesures visant à contrôler et réduire les émissions de mercure peut générer des déchets susceptibles d'être dangereux. Le traitement de ces déchets est abordé dans le paragraphe 3 de l'article 11 de la Convention de Minamata, qui demande aux Parties de gérer les déchets de mercure d'une manière écologiquement rationnelle, en tenant compte des obligations et des directives techniques de la Convention de Bâle. Il est interdit aux Parties à la Convention de Bâle, de transporter les déchets de mercure par-delà les frontières internationales, sauf à des fins d'élimination écologiquement rationnelle. Concernant la Falémé, le transport de déchets Hg ou CN issu de l'orpaillage ou des mines d'or se fait par des voies naturelles (air, eaux, vent). La Convention considère comme déchets dangereux, le mercure, le cyanure et les explosifs (annexe 1 de cette Convention) qui sont notamment utilisés dans l'EMAPE d'Or.

5.1.1.7 Convention sur la diversité biologique¹¹

La Convention sur la diversité biologique a été adoptée à Rio, le 5 juin 1992 et elle est entrée en vigueur, le 29 décembre 1993. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 29 mars 1995 et le 17 octobre 1994. Elle a notamment pour

8 <https://www.ohchr.org/FR/ProfessionalInterest/Pages/CMW.aspx>

9 F. Rodrigue Koné et A. Kh. Faye, L'or ne brille pas pour les femmes dans les mines du Sénégal et du Mali, ISS, 09 décembre 2021, lien : <https://issafrica.org/fr/iss-today/lor-ne-brille-pas-pour-les-femmes-dans-les-mines-du-senegal-et-du-mali>

10 <https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-f.pdf>

11 <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>

objectifs la conservation de la diversité biologique et l'utilisation durable de ses éléments (art. premier). La Convention prévoit l'établissement d'un système de zones protégées ou de zones où des mesures spéciales doivent être prises pour conserver la diversité biologique (art. 8). Ces zones ne doivent pas faire l'objet d'exploitation minière, industrielle ou artisanale. En effet, dans les sites d'orpaillage artisanal, des atteintes à la biodiversité sont constatées avec la disparition de forêts primaires et la fragmentation des milieux forestiers et aquatiques. En outre, même si la zone d'intérêt cynégétique de la Falémé, le braconnage se développe autour des sites d'orpaillage artisanal. Ce qui peut naturellement favoriser la perte de la biodiversité animale.

5.1.1.8 **Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique¹²**

La Convention a été adoptée à Paris, le 14 octobre 1994. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 31 octobre 1995 et le 26 juillet 1995 et est entrée en vigueur, le 26 décembre 1996. La convention a pour objectif de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, appuyées par des arrangements internationaux de coopération et de partenariat en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées (art. 2). L'accélération de la désertification est liée aussi au fait que les orpailleurs accélèrent la désertification avec la déforestation causée par un défrichage des zones végétalisées (Estimation nationale initiale, Rapport Mali, p. 22).

5.1.1.9 **Conventions de l'Organisation Internationale du Travail (OIT)¹³**

L'OIT a élaboré sous égide différentes conventions internationales, dont le respect s'impose dans la mise en œuvre des activités liées à l'EMAPE. Il s'agit notamment des conventions suivantes :

- Convention n° 123 sur l'âge minimum (travaux souterrains) du 22 juin 1965, entrée en vigueur le 10 novembre 1967. La Convention n'a été ratifiée ni par le Mali ni par le Sénégal. La Convention définit le terme « mine » comme « toute entreprise, soit publique, soit privée, dont le but est l'extraction de substances situées en dessous du sol et qui comporte l'emploi souterrain de personnes », et l'article 22 dispose que « l'âge minimum ne peut, en aucun cas, être inférieur à 16 ans ».
- Convention n° 138 sur l'âge minimum du 26 juin 1973, ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal en 2002 et 1999 et entrée en vigueur le 19 juin 1976. La Convention est devenue l'un des piliers de la lutte contre le travail des enfants. La convention engage chaque État partie à « poursuivre une politique nationale visant à assurer l'abolition effective du travail des enfants et à élever

12 http://publications.europa.eu/resource/ellar/22260379-2306-4082-9ccc-9549421659f1.0003.01/DOC_1

13 <https://www.ilo.org/global/standards/introduction-to-international-labour-standards/conventions-and-recommendations/lang--fr/index.htm>

progressivement l'âge minimum d'admission à l'emploi ». La convention définit le travail dangereux comme « tout travail qui de par sa nature ou les conditions dans lesquelles il s'exerce est susceptible de compromettre la santé, la sécurité ou la moralité des adolescents ».

- La Convention n° 182 du 17 juin 1999 qui porte sur les pires formes de travail des enfants. Elle a été ratifiée par le Mali et le Sénégal en 2000. La Convention est entrée en vigueur le 19 novembre 2000. Les travaux des enfants concernés sont notamment ceux qui, par leur nature ou les conditions dans lesquelles ils s'exercent, sont susceptibles de nuire à la santé, à la sécurité ou à la moralité de l'enfant.

5.1.1.10 **Convention sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international**¹⁴

La Convention a été adoptée le 10 septembre 1998 à Rotterdam. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 05 juin 2003 et le 20 juillet 2001. La Convention est entrée en vigueur, le 24 février 2004. Elle a pour but d'encourager le partage des responsabilités et la coopération entre Parties dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux, afin de protéger la santé des personnes et l'environnement contre des dommages éventuels et afin de contribuer à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits en facilitant l'échange d'informations sur leurs caractéristiques, en instituant un processus national de prise de décision applicable à leur importation et à leur exportation et en assurant la communication de ces décisions aux Parties (art. 1). La Convention s'applique notamment aux produits chimiques interdits ou strictement réglementés. Son annexe III porte sur les produits chimiques soumis à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause. Le mercure utilisé dans l'EMAPE (Plan national d'action mercure Sénégal, 2019, 13) est parmi ces produits. En effet, dans le secteur minier, l'utilisation des produits comme le mercure et le cyanure qui polluent les sols et les eaux pose également de nombreux problèmes, notamment au niveau de la santé humaine.

5.1.1.11 **Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants**¹⁵

La Convention a été adoptée à Stockholm le 22 mai 2001. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 5 septembre 2003 et le 8 octobre 2003. La convention est entrée en vigueur, le 17 mai 2004. Elle a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement des polluants organiques persistants (art. 1). La convention demande à chaque État partie de prendre : au minimum les mesures ci-après pour réduire le volume total des rejets d'origine anthropique de certaines substances chimiques (art. 5) ; les mesures propres à réduire ou éliminer les rejets émanant de stocks et déchets (art. 6). Dans les EMAPE sont utilisés certains POP,

14

<http://www.pic.int/LaConvention/Aper%C3%A7u/TextedelaConvention/tabid/1786/language/fr-CH/Default.aspx>

15

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:22006A0731\(01\)&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:22006A0731(01)&from=FR)

comme la production secondaire de Zinc (séparation de l'or du cyanure, piles de zinc, les huiles usagées ou encore les PCB et HCB (Évaluation initiale de la Convention de Minamata, Rapport Sénégal, p. 17 et rapport Mali, p.18).

5.1.1.12 Convention de Minamata sur le mercure 16

La Convention a été adoptée le 10 octobre 2013 à Minamata. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 27 mai 2016 et le 3 mars 2016. La convention est entrée en vigueur, le 16 août 2017. L'objectif de la Convention est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et des composés du mercure. L'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or est définie à l'article 2 de la Convention comme : l'extraction minière d'or par des mineurs individuels ou de petites entreprises dont les investissements et la production sont limités.

La Convention comporte 35 articles et 5 annexes, qui peuvent être divisés en quatre principales catégories :

1. Les dispositions opérationnelles, qui décrivent les obligations des Parties visant à réduire les émissions et rejets anthropiques de mercure et composés de mercure dans l'environnement, couvrant la totalité du cycle de vie du mercure :

- Le contrôle des sources d'approvisionnement et du commerce de mercure (article 3) ;
- L'abandon définitif et l'élimination progressive de l'utilisation du mercure dans des produits et procédés de fabrication (articles 4, 5 et 6, annexes A et B) ;
- Le contrôle de l'utilisation du mercure dans l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or (article 7, annexe C) ;
- Le contrôle des émissions atmosphériques et des rejets dans l'eau et le sol (articles 8 et 9, annexe D) ;
- Le stockage provisoire, les déchets de mercure et les sites contaminés (articles 10, 11 et 12).

2. Le soutien aux Parties, avec des articles portant sur :

- L'établissement d'un mécanisme de financement, constitué de la Caisse du Fonds pour l'Environnement Mondial et d'un Programme international spécifique visant à soutenir le renforcement des capacités et l'assistance technique (article 13) ;
- Le renforcement des capacités, l'assistance technique et le transfert de technologies (article 14) ;
- L'établissement d'un comité de mise en œuvre et du respect des obligations (article 15).

3. L'information et la sensibilisation, qui recouvrent :

- Les aspects sanitaires (article 16) ;

16 <https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-FR.pdf>

- L'échange d'informations (article 17) ;
- L'information, la sensibilisation et l'éducation du public (article 18) ;
- La recherche-développement et la surveillance (article 19) ;
- Les plans de mise en œuvre (article 20) et
- L'établissement de rapports (article 21).

4. Les aspects administratifs.

Il est demandé aux États parties de faire en sorte qu'aucune activité d'extraction minière primaire de mercure ne soit menée sur son territoire. En outre, ils ne doivent pas permettre la poursuite des activités d'extraction minière primaire de mercure pendant une période maximale de 15 ans après cette date. Il est demandé aux États de prendre les mesures spécifiques suivantes :

- Élaborer et mettre en œuvre un plan d'action national conformément à l'Annexe C ;
- Soumettre son plan d'action national au Secrétariat au plus tard trois ans après l'entrée en vigueur de la Convention à son égard ou dans un délai de trois ans à compter de la date de la notification adressée au Secrétariat, la date la plus tardive étant retenue ;
- Fournir tous les trois ans un compte rendu des progrès que cette Convention a accomplis dans le respect de ses obligations au titre du présent article et fait figurer ces comptes rendus dans ses rapports.

Les Parties peuvent coopérer entre elles ainsi qu'avec des organisations intergouvernementales compétentes et d'autres entités, selon qu'il convient, pour atteindre les objectifs du présent article. Cette coopération peut porter, entre autres, sur :

- L'élaboration de stratégies visant à prévenir le détournement de mercure ou de composés du mercure en vue d'une utilisation dans l'extraction minière et la transformation artisanale et à petite échelle d'or ;
- Des initiatives en matière d'éducation, de sensibilisation et de renforcement des capacités ;
- La promotion de la recherche de solutions de remplacement durables sans mercure ;
- La fourniture d'une assistance technique et financière ;
- Des partenariats pour les aider à mettre en œuvre leurs engagements au titre du présent article ;
- L'utilisation des mécanismes d'échange d'informations existants pour promouvoir les connaissances, les meilleures pratiques environnementales et les technologies de remplacement viables aux plans environnemental, technique, social et économique.

Chaque État doit dans son plan d'action national (PAN) prévoir les éléments suivants :

- a) Des objectifs nationaux et des objectifs de réduction ;
- b) Des mesures visant à éliminer :
 - i) L'amalgamation de minerai brut ;

- ii) Le brûlage à l'air libre d'amalgames ou d'amalgames transformés ;
 - iii) Le brûlage d'amalgames dans des zones résidentielles ;
 - iv) La lixiviation au cyanure de sédiments, minerais et résidus auxquels du mercure a été ajouté, sans en avoir au préalable retiré ce dernier ;
- c) Des mesures pour faciliter la formalisation ou la réglementation du secteur de l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or ;
- d) Des estimations initiales des quantités de mercure et des pratiques utilisées sur son territoire dans le secteur de l'extraction minière et de la transformation artisanales et à petite échelle d'or ;
- e) Des stratégies pour promouvoir la réduction des émissions et rejets de mercure et de l'exposition à cette substance dans le secteur de l'extraction minière et de la transformation artisanales et à petite échelle d'or et, en particulier, des méthodes ne faisant pas appel au mercure ;
- f) Des stratégies visant à gérer les échanges commerciaux et à empêcher le détournement de mercure et composés du mercure provenant de sources étrangères et nationales destinés à être utilisés pour l'extraction minière et la transformation artisanales et à petite échelle d'or.

La Convention exige de chaque État partie qu'il notifie au Secrétariat l'exercice non négligeable d'activités d'extraction minière et de transformation artisanales et à petite échelle de l'or menées sur son territoire.

Enfin, la Convention aborde au paragraphe 3 de l'article 11, la question du traitement des déchets et demande aux Parties de gérer les déchets de mercure d'une manière écologiquement rationnelle, en tenant compte des obligations et des directives techniques de la Convention de Bâle.

5.1.2 Textes à portée régionale

Au plan régional, différents textes ont été adoptés et les deux pays sont engagés dans ces initiatives. On peut signaler les textes suivants :

5.1.2.1 Convention africaine pour la Conservation de la nature et des Ressources naturelles 17

La Convention a été adoptée à Alger, le 15 septembre 1968 et révisée à Maputo, le 11 juillet 2003. La convention révisée à Maputo a été ratifiée par le Mali, le 12 novembre 2004. Mais, n'est pas encore ratifiée par le Sénégal. La Convention interdit toute exploitation minière dans certaines zones comme les réserves naturelles intégrales et les parcs (art. III.4). Dans la Convention révisée, il est demandé aux États de veiller à ce que les formes non agricoles d'utilisation des terres, telles que l'extraction minière ne favorise pas l'érosion, la pollution ou à toute autre forme de dégradation des terres (art. VI.3.c). Ces obligations devront être respectées dans le cadre de l'EMAPE d'Or.

17

https://au.int/sites/default/files/treaties/7763-treaty-0003_-_african_convention_on_the_conservation_of_nature_and_natural_resources_f.pdf

5.1.2.2 Vision du régime minier de l'Afrique ¹⁸

La Vision du Régime minier de l'Afrique a été adoptée par les Chefs d'État et de Gouvernement lors du Sommet de l'Union africaine (UA) de 2009. La Vision met de l'avant un cadre global pour l'amélioration des régimes miniers en Afrique dont l'objectif est de créer un équilibre entre les exigences en matière de transparence et de responsabilisation et la nécessité d'intégrer l'exploitation minière dans le développement à long terme de l'Afrique, et ce, à l'échelle régionale, nationale et locale. La Vision propose d'encourager la création de petites exploitations minières communautaires et artisanales résilientes ou ASM.

5.1.2.3 Protocole à la Charte africaine des droits de l'Homme et des Peuples relatifs aux droits des femmes¹⁹

Le Protocole a été adopté à Maputo le 11 juillet 2003, ratifié respectivement par le Mali et le Sénégal, le 16 septembre 2004 et le 8 janvier 2004 et entré en vigueur, le 25 novembre 2005. Le Protocole exige des États qu'ils adoptent et mettent en œuvre des mesures appropriées en vue d'interdire toute exploitation des femmes ou tout traitement dégradant à leur égard (art. 3.3), interdit toutes formes d'exploitation, de punition et de traitement inhumain ou dégradant (art. 4). Les obligations liées à ce Protocole sont à respecter dans le cadre de l'EMAPE d'Or.

5.1.2.4 Convention de Bamako sur l'interdiction d'importer en Afrique des déchets dangereux et sur le contrôle des mouvements transfrontières et la gestion des déchets dangereux produits en Afrique ²⁰

La Convention a été adoptée à Bamako le 30 janvier 1991. La Convention a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 21 février 1996 et le 29 mars 1994. Elle est entrée en vigueur, le 22 avril 1998. Le champ d'application de la convention porte sur les déchets dangereux. Ce qui comprend les déchets ayant comme constituants des composés du mercure ou de cyanure que l'on retrouve dans l'EMAPE. En effet, certains déchets sont produits en Afrique et chaque pays doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer une gestion rationnelle. D'ailleurs, la Convention met à la charge des États l'obligation de surveiller l'importation des déchets dangereux. Aussi bien le Mali que le Sénégal sont concernés.

5.1.2.5 Textes de l'OMVS

Depuis sa création en 1972, l'OMVS a élaboré différents textes relatifs à la protection des ressources naturelles du Bassin du Fleuve Sénégal. On peut citer, parmi ces textes :

18

<https://invenio.unidep.org/invenio//record/18903/files/Africa%20Mining%20Vision%20french.pdf>

19 <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/65556/63007/F2037633474/ORG-65556.pdf>

20 <https://www.peaceau.org/uploads/convention-de-bamako-fr.pdf>

5.1.2.6 Conventions du 11 mars 1972 portant création de l'OMVS

L'OMVS a été créée le 11 mars 1972. Elle regroupe la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. L'organisation vise le développement des ressources du fleuve Sénégal. Elle s'appuie sur différents organes, dont la Commission permanente des eaux qui est un organe consultatif chargé de définir les principes et les modalités de la répartition des eaux du fleuve Sénégal entre les États et entre les secteurs d'utilisation de l'eau : industrie, agriculture, transport. Ce qui inclut l'utilisation des ressources en eau de la Falémé pour les différentes activités.

5.1.2.7 Convention du 11 mars 1972 portant statut du Fleuve Sénégal

L'article 1 précise que le fleuve Sénégal est déclaré fleuve international y compris ses affluents dans le cadre des dispositions de la présente Convention. Sur la rive gauche, la Falémé est l'affluent le plus important. Elle contribue à plus de 25 % à l'alimentation du Fleuve Sénégal. La Falémé est longue de 650 Km et prend sa source dans la partie nord du Fouta-Djalon, à une altitude de 800 mètres. Elle se jette dans le fleuve Sénégal à 30 Km en amont de Bakel. Avec la convention, les États concernés affirment solennellement leur volonté de développer une étroite coopération pour permettre l'exploitation rationnelle des ressources du fleuve Sénégal et garantir la liberté de navigation et l'égalité de traitement des utilisateurs (art. 2).

5.1.2.8 Charte des Eaux du Fleuve Sénégal

Elle a été adoptée le 28 mai 2002 à Nouakchott. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 24 juillet 2002 et le 28 mai 2003. La Charte a pour objet, notamment de : fixer les principes et les modalités de la répartition des eaux du Fleuve Sénégal entre les différents secteurs d'utilisation, déterminer les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement, particulièrement en ce qui concerne la faune, la flore, les écosystèmes des plaines inondables et des zones humides (art. 2). Le champ d'application de la Charte est assez vaste, car concerne l'ensemble du bassin hydrographique du Fleuve Sénégal y compris les affluents, les défluent et les dépressions associées (art. 3). La Charte indique que la répartition des eaux entre les usages intègre notamment le développement quantitatif et qualitatif de la production minière (art. 5). Par ailleurs, pèsent sur les États, la nécessité de protéger et de préserver l'écosystème du Fleuve. Ils doivent prendre les dispositions de nature à prévenir, réduire ou maîtriser les événements ou conditions résultant de causes naturelles ou d'activités humaines qui risquent de causer un dommage aux autres États, à l'environnement du Fleuve, à la santé ou à la sécurité de l'Homme. A cet effet, la Résolution n° 00773/ER/CM/MAU/NKT/74^{ème} S.O/2022 du 7 janvier 2022 a permis l'adoption de la Résolution portant adoption des seuils d'autorisation et de déclaration des prélèvements et des rejets d'eau du Fleuve Sénégal. Cette résolution a été adoptée pour une utilisation équitable de l'eau du Fleuve Sénégal et elle retient pour tout rejet d'eau du Fleuve Sénégal l'obligation d'une autorisation pour les industries et les mines. L'estimation initiale du Mali a fait ressortir que parmi les problèmes environnementaux, figure le tarissement des cours d'eaux par le dragage dans les fleuves Gambie et la Falémé (p. 22). En outre, les États doivent établir conjointement la liste des substances dont la présence dans les eaux du Fleuve doit être interdite, limitée, étudiée ou contrôlée et œuvrer de concert afin de lutter contre les pollutions ponctuelles ou diffuses (art. 16).

5.1.2.9 Textes organisant la Société de Gestion de Diama (SOGED)

La Société de Gestion de Diama a été créée le 07 janvier 1997 en tant que société publique inter-étatique. Elle a notamment pour mission, l'exploitation, l'entretien et le renouvellement du barrage de Diama, de l'ouvrage de prise de l'Aftout-Es-Sahel, des endiguements du fleuve Sénégal et des ouvrages qui leur sont annexes ou accessoires. La SOGED est chargée de collecter les redevances de prélèvement concernant l'utilisation des eaux du Fleuve Sénégal.

5.1.3 Textes communautaires

Le Mali et le Sénégal sont des États membres d'organisations communautaires, comme la CEDEAO et l'UEMOA. Ces dernières ont adopté des textes en rapport avec la politique minière et de gestion des ressources naturelles. Les textes suivants sont importants concernant l'EMAPE d'Or.

5.1.3.1 **Acte Additionnel N° 01/2000 portant adoption de la politique minière commune de l'UEMOA** ²¹

L'Acte additionnel a été adopté le 14 décembre 2000. Parmi ses objectifs spécifiques, l'Acte vise la coexistence mines industrielles-artisanat minier et la préservation de l'environnement. La politique minière préconisée s'articule notamment autour de l'accélération de la mise en valeur des substances minérales, la création et le renforcement des industries locales de transformation et l'émergence d'entreprises privées locales performantes et compétitives et d'un meilleur encadrement de l'artisanat minier et le développement des petites exploitations (art. 3). Ce qui devrait permettre de prévoir au niveau communautaire une réglementation harmonisée de l'EMAPE d'Or.

5.1.3.2 **Règlement n°18/2003/CM/UEMOA du 23 décembre 2003 portant Code minier communautaire**

Le Code minier communautaire régit l'ensemble des opérations relatives à la prospection, à la recherche, à l'exploitation, à la détention, à la circulation, au traitement, au transport, à la possession, à la transformation et à la commercialisation de substances minérales sur toute l'étendue du territoire de l'Union, à l'exception des hydrocarbures liquides ou gazeux (art. 2). Le Code donne la définition suivante de l'exploitation artisanale : « toute exploitation dont les activités consistent à extraire et concentrer des substances minérales et à récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels et traditionnels » (art. 1.13). Par conséquent, ne peuvent être considérés comme site EMAPE d'Or que ceux qui répondent aux caractéristiques de la définition, à savoir l'extraction et la concentration des substances minérales, la récupération de produits marchands et l'utilisation de méthodes et procédés manuels et traditionnels. Concernant les règles de sécurité et d'hygiène applicables aux travaux de prospection, de recherche et d'exploitation de substances minérales, au transport, au stockage, à l'utilisation des produits dangereux, à la protection de l'environnement, à la réhabilitation des sites exploités et à la conservation du patrimoine forestier et archéologique sont fixées par la réglementation minière au sein de l'Union (art. 11). C'est dans le cadre de cette réglementation que l'Acte additionnel n° 01/2008/CCEG/UEMOA portant politique commune d'amélioration de l'environnement de l'UEMOA a été adopté.

La Politique porte sur les activités suivantes :

- La préservation des écosystèmes, de la biodiversité et du climat ;
- La gestion des ressources de la forêt et de la faune sauvage ;

²¹ http://www.uemoa.int/sites/default/files/bibliotheque/pages_-_aa_01_2000.pdf

- La gestion des pollutions et nuisances ;
- La gestion des ressources en eau (art. premier).

L'Acte additionnel vise notamment la mise en œuvre de programmes de gestion des produits dangereux. Par ailleurs, l'article 20 du Code minier communautaire précise que la fiscalité applicable aux titulaires de titres miniers relatifs à l'exploitation minière artisanale ainsi que les avantages qui leurs sont concédés font l'objet d'un texte communautaire spécifique (art. 20).

5.1.3.3 **Directive C/DIR 3/05/09 de la CEDEAO en date du 27 mai 2009 portant sur l'harmonisation des principes directeurs et des politiques dans le secteur minier**

La Directive définit l'exploitation minière artisanale à petite échelle ou Petite mine, à savoir : « les opérations minières sur une surface de terre répondant à des critères de taille, de production, de zone, d'investissement en capital, de délimitation de la profondeur des opérations, d'équipement autorisé et/ou de participation locale déterminés par la législation dans les États Membres » (art. premier) et elle demande aux États membres de prendre des mesures pour adopter des lois appropriées visant à octroyer aux citoyens des droits d'exploitation artisanale et de petite mine, et assurer une exploitation artisanale et de petite mine sûre, efficiente et durable du point de vue environnemental (art. 11.7).

5.1.3.4 **Normes du Groupe de la Banque Mondiale²²**

La mise en œuvre de l'EMAPE exige le respect des normes environnementales et sociales de la BM. Il s'agit du Cadre environnemental et social (CES) de la BM et des normes de performance de l'IFC. Le CES comprend dix Normes Environnementales et Sociales (NES). Il s'agit des normes suivantes :

- NES n°1 : Évaluation et gestion des risques et effets environnementaux et sociaux ;
- NES n°2 : Emploi et conditions de travail ;
- NES n°3 : Utilisation rationnelle des ressources et prévention et gestion de la pollution ;
- NES n°4 : Santé et sécurité des Populations ;
- NES n°5 : Acquisition des terres, restrictions à l'utilisation des terres et réinstallation forcée ;
- NES n°6 : Préservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles biologiques ;
- NES n°7 : Peuples autochtones/Communautés locales traditionnelles d'Afrique subsaharienne historiquement défavorisées ;
- NES n°8 : Patrimoine culturel ;
- NES n°9 : Intermédiaires financiers ;
- NES n°10 : Mobilisation des parties prenantes et information.

22 <https://www.banquemonddiale.org/fr/projects-operations/environmental-and-social-framework/brief/environmental-and-social-framework-resources#guidancenotes>

Ces différentes normes, en particulier les Normes n° 1, 2, 3 à 7, 8 et 10 s'appliquent à l'EMAPE d'Or. En effet, il est important de déterminer les mécanismes de gestion des effets environnementaux des activités minières menées dans la Falémé.

Quant aux Normes de Performances (NP) de l'IFC, il s'agit des éléments suivants :

- La NP1 porte sur l'Évaluation et la gestion des risques et impacts environnementaux et sociaux. Son objectif est : Identifier et évaluer les risques et les impacts environnementaux et sociaux du projet ; Adopter une hiérarchie des mesures d'atténuation de manière à anticiper et éviter les impacts, ou lorsque ce n'est pas possible, atténuer et, lorsque des impacts résiduels perdurent, les risques et les impacts auxquels sont confrontés les travailleurs, les communautés affectées et l'environnement ; Promouvoir une meilleure performance environnementale et sociale des clients grâce à une utilisation efficace des systèmes de gestion ; S'assurer que les griefs des communautés affectées et les communications externes des autres parties prenantes sont traités et gérés de manière appropriée ; Promouvoir et fournir les moyens nécessaires pour un dialogue concret avec les Communautés affectées, pendant tout le cycle du projet pour couvrir les questions qui pourraient toucher lesdites communautés, et veiller à ce que les informations environnementales et sociales pertinentes soient divulguées et diffusées.
- La NP2 est relative à la Main-d'œuvre et aux conditions de travail. Son objectif est de : Promouvoir le traitement équitable, la non-discrimination et l'égalité des chances des travailleurs ; Établir, maintenir et améliorer les relations entre les travailleurs et la direction ; Promouvoir le respect du droit national du travail et de l'emploi ; Protéger les travailleurs, notamment les catégories vulnérables de travailleurs comme les enfants, les travailleurs migrants, les travailleurs recrutés par des tierces parties et les travailleurs de la chaîne d'approvisionnement du client ; Promouvoir des conditions de travail sûres et saines et protéger la santé des travailleurs et Éviter le recours au travail forcé.
- La NP3 traite de l'Utilisation efficace des ressources, de la prévention et de la réduction de la pollution. Son objectif est de : Éviter ou réduire les impacts négatifs sur la santé humaine et l'environnement en évitant ou en réduisant la pollution générée par les activités des projets ; Promouvoir l'utilisation plus durable des ressources, notamment l'énergie et l'eau ; Réduire les émissions de GES liées aux projets ; Prévoir et éviter, durant la durée de vie du projet, les impacts négatifs sur la santé et la sécurité des Communautés affectées qui peuvent résulter de circonstances ordinaires ou non ordinaires et Veiller à ce que la protection du personnel et des biens soit assurée conformément aux principes applicables des droits humains et de manière à éviter d'exposer les Communautés affectées à des risques ou à minimiser ces derniers.
- La NP5 fait état de l'Acquisition de terres et de la réinstallation volontaire. Ainsi, il est demandé de : éviter, et chaque fois que cela n'est pas possible, limiter la réinstallation involontaire en envisageant des conceptions alternatives aux projets ; éviter l'expulsion forcée ; anticiper et éviter, ou lorsqu'il n'est pas possible d'éviter, limiter les impacts sociaux et économiques négatifs résultant de l'acquisition de terres ou de restrictions de leur utilisation en : (i) fournissant une indemnisation pour la perte d'actifs au prix de remplacement et en (ii) veillant à ce que les activités de réinstallation soient accompagnées d'une communication appropriée des informations, d'une consultation et de la

participation éclairées des personnes affectées ; Améliorer ou tout au moins rétablir les moyens de subsistance et les conditions de vie des personnes déplacées et Améliorer les conditions de vie des personnes physiquement déplacées par la fourniture de logements adéquats avec sécurité d'occupation dans les sites de réinstallation.

- La NP6 est axée sur la Conservation de la biodiversité et la gestion durable des ressources naturelles vivantes. Son objectif est de : Protéger et conserver la biodiversité ; Maintenir les bienfaits découlant des services écosystémiques et Promouvoir la gestion durable des ressources naturelles vivantes par l'adoption de pratiques qui intègrent les besoins de conservation et les priorités en matière de développement.
- La NP7 met l'accent sur les Peuples autochtones. Son objectif est de : Veiller à ce que le processus de développement favorise le plein respect des droits humains, de la dignité, des aspirations, des cultures et des moyens de subsistance fondés sur des ressources naturelles des peuples autochtones ; Anticiper et éviter les impacts négatifs des projets sur les communautés de peuples autochtones ou, si cela n'est pas possible, réduire, restaurer et / ou compenser ces impacts ; Promouvoir des bénéfices et des opportunités liés au développement durable pour les peuples autochtones qui sont culturellement appropriés ; Établir et maintenir avec les peuples autochtones affectés par un projet pendant toute sa durée une relation permanente fondée sur la Consultation et la participation éclairées (CPE) ; Obtenir le Consentement Préalable, donné Librement et en Connaissance de Cause (CPLCC) des peuples autochtones lorsque les circonstances décrites dans la présente Note de performance existent et Respecter et préserver la culture, le savoir et les pratiques des peuples autochtones.
- La NP8 porte sur le Patrimoine culturel. Son objectif est de : Protéger le patrimoine culturel contre les impacts négatifs des activités des projets et soutenir sa préservation et Promouvoir la répartition équitable des avantages de l'utilisation du patrimoine culturel.

Concernant spécifiquement les activités minières, l'IFC prévoit aussi des Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière. Ces directives s'appliquent aux exploitations minières souterraines et à ciel ouvert, aux exploitations alluvionnaires, aux activités d'extraction par dissolution et au dragage des fonds marins.

5.1.3.5 Code d'Éthique sur le commerce international des produits chimiques sur les principes et directives du secteur privé pour l'application de règles de conduite visant à gérer rationnellement les produits chimiques

Le Code adopté en avril 1994 dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement énonce des principes et directives à l'intention des parties du secteur privé, concernant les règles de conduite à appliquer dans la production et la gestion des produits chimiques faisant l'objet du commerce international, compte tenu de l'intégralité de leur cycle de vie, afin de réduire les risques que ces produits chimiques peuvent présenter pour la santé et l'environnement (art. I). Les Directives mettent l'accent sur la réduction des risques, la nécessité d'essai et d'évaluation, une classification, un emballage et un étiquetage des produits chimiques, la fourniture d'informations, l'éducation, la formation, la publicité et la

commercialisation (art. II). Ces Directives s'appliquent au secteur privé aussi bien national qu'international. Même si beaucoup d'orpailleurs artisanaux ne sont pas dans le secteur formel, ces principes et directives s'appliquent pour ceux qui ont des autorisations d'exploitation minière artisanale, car ils visent à réduire les risques que les produits chimiques peuvent présenter pour la santé et l'environnement des travailleurs dans les mines.

5.1.3.6 Code international de Gestion du Cyanure pour la fabrication, le transport et l'utilisation du cyanure dans la production d'or

Le Code a été élaboré par l'Institut international de Gestion du cyanure et finalisé en 2004. Il s'agit d'un programme de certification volontaire, axé sur les performances, des meilleures pratiques pour les sociétés minières d'or et d'argent et les sociétés produisant et transportant du cyanure utilisé dans les mines d'or et d'argent. Les orpailleurs s'organisent pour défendre leurs intérêts, dans le cadre de la Fédération Nationale des Orpailleurs du Mali (FNOM), de l'Union des Comptoirs et Raffinerie d'Or du Mali (UCROM) et de la Fédération des Femmes Minières du Mali (FEMIMA)²³. Le Code international est à cet effet, un cadre fournissant un mécanisme d'assurance pour améliorer la protection de la santé humaine et réduire le potentiel d'impacts environnementaux.

L'objectif du Code du cyanure est d'améliorer la gestion du cyanure utilisé dans les mines d'or et d'argent et d'améliorer la protection de la santé humaine et la réduction des impacts environnementaux, tout en assurant les parties prenantes de la manipulation sûre du cyanure grâce à la divulgation des résultats des analyses périodiques et des audits par des auditeurs professionnels indépendants. Le Code est complété par un document portant sur les définitions et sigles qui donne la définition suivante du cyanure : « En termes techniques, anion chargé singulièrement, formé d'un atome de carbone lié par une liaison triple à un atome d'azote. Toutefois, le terme « cyanure » utilisé génériquement dans le Code et les documents connexes se réfère à l'ion cyanure, au cyanure d'hydrogène, ainsi qu'aux sels et aux complexes de CN- et de divers métaux dans les solides et solutions » (p. 3). Les principes posés concernent en particulier les sociétés minières industrielles. Toutefois, le cyanure étant largement utilisé dans l'EMAPE, les orpailleurs devraient en tenir compte.

5.1.3.7 Lignes directrices et principes de l'établissement des rapports d'état en vertu des articles 21 et 24 de la charte africaine relatifs aux industries extractives, droits de l'homme et à l'environnement

Elles ont été élaborées par la Commission africaine de l'Union Africaine en 2017 suite à la Résolution ACHPR/Res. 364(LIX) de l'Union africaine. Les lignes directrices définissent l'expression « activités minières artisanales ou à petite échelle » comme « les activités minières pratiquées par des individus, des groupes ou des communautés à l'aide d'un faible niveau technologique et souvent de manière informelle ou en marge de la réglementation applicable aux activités minières à

²³ Onu-Environnement, DNACPN, Estimations initiales nationales du secteur de l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or au Mali conformément à la Convention de Minamata sur le mercure, nov. 2019, p. 20.

vocation commerciale ». Les lignes directrices invitent au respect des droits de l'homme dans le cadre des industries extractives à petite échelle (p. 15).

5.1.3.8 Principes du Conseil International des Mines et métaux (CIMM)

Le CIMM qui est une organisation intervenant au niveau international en faveur d'une industrie des mines sûre, équitable et durable a élaboré des principes en matière de performance minière en 2003 :

- Le principe 3 relatif aux de l'homme exige de respecter les droits des travailleurs en : ne recourant pas au travail des enfants ni au travail forcé ; évitant la traite des êtres humains ; ne confiant pas de tâches risquées/dangereuses aux personnes de moins de 18 ans ; éradiquant le harcèlement et la discrimination ; respectant la liberté d'association et de négociation collective ; prévoyant un dispositif de traitement des réclamations des travailleurs (3.4) ;
- Le principe 7 est consacré à la biodiversité et parmi les attentes de performance, il est demandé de ne ni prospecter, ni développer de nouvelles mines sur les sites classés au patrimoine mondial et de respecter les zones reconnues comme « aires protégées » (7.1) ;
- Le principe 8 est relatif à la production responsable ;
- Le principe 9 porte sur la performance sociale qui doit en matière d'attente de performance notamment :
 - mettre en œuvre des approches inclusives avec les communautés locales afin d'identifier leurs priorités de développement et appuyer les activités qui contribuent à leur bien-être social et économique durable, en partenariat avec le gouvernement, la société civile et les agences de développement, le cas échéant (9.1) ;
 - permettre aux entreprises locales d'accéder aux possibilités de passation de marchés et de sous-traitance tout au long du cycle de vie du projet, que ce soit directement ou en encourageant les grands contractants et fournisseurs, et en soutenant les initiatives qui visent à améliorer les opportunités économiques offertes aux communautés locales (9.2) ;
 - faire reposer l'implication des parties prenantes sur une analyse du contexte local et mettre à la disposition des parties prenantes locales des dispositifs efficaces pour la résolution des réclamations liées à l'entreprise et à ses activités (9.3) ;
 - collaborer avec le gouvernement, le cas échéant, pour soutenir l'amélioration des pratiques environnementales et sociales de l'extraction artisanale et à petite échelle locale (9.4).

5.1.3.9 La Norme Initiative pour la Transparence des Industries Extractives (ITIE)

L'ITIE en anglais Extractive Industries Transparency Initiative (EITI) est une organisation à portée internationale à but non lucratif de droit norvégien a été lancée en 2002. L'ITIE est un processus à travers lequel les recettes gouvernementales générées par les industries extractives sont publiées dans des rapports indépendamment vérifiés. Ces rapports se basent sur des informations sur les paiements effectués par les entreprises et les revenus perçus par les gouvernements. L'objectif de la publication de ces rapports est d'améliorer la transparence dans les pays riches en pétrole, en gaz et en ressources minérales.

L'ITIE est une initiative à prise de participation multiple. L'ITIE, lancée en 2002, est une initiative au niveau global qui encourage la transparence des revenus au niveau local. Le Sénégal et le Mali ont adhéré à l'Initiative pour la transparence des Industries extractives, respectivement en 2007 et en 2013. L'ITIE a élaboré une norme mondiale pour la bonne gestion des ressources pétrolières, gazières et minières qui a été actualisée en 2019. La Norme pose différentes exigences : l'exigence 2 porte sur le cadre légal et institutionnel, octroi des licences et des contrats ; l'exigence 6 est relative aux dépenses sociales et économiques, encourage la divulgation d'informations liées à la gestion des revenus et aux dépenses (exigence 6).

A cet effet, les États divulguent des informations sur la contribution du secteur informel, notamment du secteur minier artisanal à l'économie (6.3.a), ainsi que des informations portant sur l'impact environnemental des activités extractives (6.4).

5.1.3.10 Charte des ressources naturelles

La Charte, dont la seconde édition date de 2014, a été élaborée par Natural Resources Governance Institute qui est une ONG basée à New-York. La Charte comprend 12 préceptes. Le cinquième porte sur : « Le gouvernement doit rechercher les opportunités de dégager des avantages pour les communautés locales et prendre en compte, atténuer et compenser les coûts environnementaux et sociaux des projets extractifs ». A cet effet, chaque gouvernement est appelé à organiser ce secteur, en prenant en compte l'EMAPE.

A l'issue de la présentation des politiques et textes au niveau international, régional et communautaire, le *Tableau 25* fait une synthèse des principales questions touchant l'EMAPE d'Or qui ont été abordées :

Tableau 25 : Principaux documents internationaux en rapport avec l'EMAPE

Conventions de portée universelle			
Intitulé et lieu d'adoption de la Convention	Date d'adoption / entrée en vigueur	Ratification / adhésion Mali Sénégal	Lien avec EMAPE et la FALEME
Convention n° 123 de l'OIT sur l'âge minimum (Genève)	22 juin 1965 / 10 novembre 1967	Non Non	La convention traite de travaux souterrains, définit la mine et précise l'âge minimum de travail des enfants. Les enfants travaillent dans les sites d'EMAPE de la FALEME.
Convention relative à la protection des zones humides d'importance internationales (Ramsar)	2 février 1971 / 21 décembre 1975	25/05/1987 11/07/1977	La Convention protège les zones humides. Ce qui inclut les étendues d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires. La FALEME est comprise dans cette définition.
Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel (Paris)	16 novembre 1972 / 17 décembre 1975	5/04/1977 13/02/ 1976	Conformément à la Convention, différents sites du Patrimoine sont répertoriés dans la zone d'étude : fort de Médine dans la région de Kayes et qui est

Conventions de portée universelle			
			situé sur la Falémé, le fort de Bakel et les ruines du fort Saint-Joseph.
Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) à Washington	Le 3 mars 1973 / 1 ^{er} juillet 1975	18/07/1994 5/08/1977	La convention vise à assurer la protection des espèces menacées d'extinction. Les espèces menacées et qui sont chassées dans la Région de Kédougou, sont notamment la Pintade, le Guib harnaché, le Cob, la Gazelle, l'antilope et le babouin.
Convention n° 138 de l'OIT sur l'âge minimum (Genève)	26 juin 1973 / 19 juin 1976	2002 1999	La convention engage les États à poursuivre une politique visant à assurer l'abolition du travail des enfants et définit notamment le travail des enfants. Beaucoup d'enfants sont présents dans les sites d'EMAPE d'Or.
Convention sur l'élimination de toutes les formes de discrimination à l'égard des femmes (New-York)	18 décembre 1979 3 septembre 1981 ;	10/02/1985 05/02/1985	La convention demande l'édiction de mesures pour supprimer sous toutes leurs formes, le trafic des femmes et l'exploitation de la prostitution des femmes (art. 6). La prostitution est présente dans les sites d'EMAPE d'or.
Convention sur la Protection de la couche d'Ozone (Vienne)	22 mars 1985/22 septembre 1988	28/10/1994 19/03/1993	Il est demandé aux États de prendre des mesures appropriées pour protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets néfastes résultant ou susceptibles de résulter des activités humaines qui modifient ou sont susceptibles de modifier la couche d'ozone (Art. 2). C'est le cas de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique présent dans les sites d'EMAPE d'or.
Convention sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination (Bâle)	22 mars 1989 / 5 mai 1992	5/12/2000 10/11/1992	La convention a pour but de protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets nocifs résultant de la production, de la gestion, des mouvements transfrontières et de l'élimination des déchets dangereux et d'autres déchets. Concernant la Falémé, le transport de déchets Hg ou CN issus de l'orpaillage ou des mines d'or se fait par des voies naturelles (air, eaux, vent). La Convention considère comme déchets dangereux, le mercure, le cyanure et les explosifs (annexe 1 de cette Convention) qui sont notamment utilisés dans l'EMAPE.
Protocole relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (Montréal)	16 septembre 1987 / 1 ^{er} janvier 1989	28/10/1994 06/05/1993	Le Protocole traite des CFC, des halons, du tétrachlorure de Carbone, du méthyle chloroforme, des hydrochlorofluorocarbones, des hydrobromofluorocarbones, du bromure de méthyle, du bromochlorométhane et des hydrofluorocarbones. Ces substances ne sont pas présentes dans l'EMAPE dans la FALEME.

Conventions de portée universelle			
Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC), Rio de Janeiro	5 juin 1992 / 21 mars 1994	28/12/1994 17/10/1994	<p>L'objectif de la Convention est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique (Art. 2).</p> <p>L'acide sulfurique (H₂SO₄) et nitrique (HNO₃) utilisé dans l'extraction artisanale de l'or et surtout la déforestation dans les sites d'EMAPE d'or participent à l'augmentation des substances néfastes qui appauvrissent la couche d'ozone.</p>
Convention sur la diversité biologique (Rio de Janeiro)	5 juin 1992 / 29 décembre 1993	29/03/1995 17/10/1994	<p>La Convention vise notamment à la conservation de la diversité biologique et à l'utilisation durable de ses éléments (art. premier). Elle prévoit l'établissement d'un système de zones protégées ou de zones où des mesures spéciales doivent être prises pour conserver la diversité biologique (art. 8). Ces zones ne doivent pas faire l'objet d'exploitation minière industrielle ou artisanale. En effet, dans les sites d'orpaillage artisanal, des atteintes à la biodiversité sont constatées. Dans la zone d'intérêt cynégétique de la Falémé, le braconnage se développe autour des sites d'orpaillage artisanal. Ce qui peut naturellement favoriser la perte de la biodiversité animale.</p>
Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique (Paris)	14 octobre 1994 / 26 décembre 1996	31/10/1995 26/07/1995	<p>La convention a pour objectif de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les pays gravement touchés par la sécheresse, grâce à des mesures efficaces à tous les niveaux, en vue de contribuer à l'instauration d'un développement durable dans les zones touchées (art. 2). Il est prévu des programmes d'action nationaux portant sur la gestion durable des ressources naturelles, en particulier l'exploitation rationnelle des bassins hydrographiques (art. 4) L'accélération de la désertification dans la Falémé est liée aussi au fait que les orpailleurs accélèrent la désertification avec la déforestation causée par un défrichage des zones végétalisées.</p>
Protocole de Kyoto à la CCNUCC (Japon)	11 décembre 1997 16 février 2005	28/03/2002 20/07/2001	<p>Le Protocole demande aux États concernés de faire en sorte, individuellement ou conjointement, que leurs émissions anthropiques agrégées, exprimées en équivalent-dioxyde de carbone, des gaz à effet de serre ne dépassent pas les quantités qui leur sont attribuées (Art. 3). Parmi les produits ciblés à l'annexe A, figurent les solvants et d'autres produits. Les détergents utilisés dans l'EMAPE peuvent entrer dans ce cadre.</p>

Conventions de portée universelle			
Convention sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international (Rotterdam)	10 septembre 1998 24 février 2004	05/06/2003 20/07/ 2001	<p>La Convention a pour but d'encourager le partage des responsabilités et la coopération entre Parties dans le domaine du commerce international de certains produits chimiques dangereux, afin de protéger la santé des personnes et l'environnement contre des dommages éventuels, et afin de contribuer à l'utilisation écologiquement rationnelle de ces produits en facilitant l'échange d'informations sur leurs caractéristiques (art. 1).</p> <p>La Convention s'applique notamment aux produits chimiques interdits ou strictement réglementés. L'annexe III porte sur les produits chimiques soumis à la procédure de consentement préalable en connaissance de cause. Parmi ces produits figurent les composés du mercure et le cyanure utilisés dans l'EMAPE (Plan national d'action mercure Sénégal, 2019, 13).</p>
Convention n° 182 du sur les pires formes de travail des enfants (Genève)	17 juin 1999 / 19 novembre 2000	2000 2000	Les travaux des enfants concernés s'appliquent à l'EMAPE.
Convention sur les Polluants Organiques Persistants (Stockholm)	22 mai 2001 17 mai 2004	5/09/2003 8/10/ 2003	La Convention a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement des polluants organiques persistants (art. 1). Elle demande aux États de prendre les mesures propres à réduire ou éliminer les rejets émanant de stocks et déchets (art. 6). Dans les EMAPE sont utilisés certains POP, comme la production secondaire de Zinc (séparation de l'or du cyanure, piles de zinc, les huiles usagées ou encore les PCB et HCB (Évaluation initiale de la Convention de Minamata, Rapport Sénégal, p. 17).
Convention de Minamata sur le Mercure (Japon)	10/10/2013 16/08/2017	27/05/2016 03/03/ 2016	L'objectif de la Convention est de protéger la santé humaine et l'environnement contre les émissions et rejets anthropiques de mercure et des composés du mercure. La Convention décrit les obligations des Parties visant à réduire les émissions et rejets anthropiques de mercure et composés de mercure dans l'environnement, (article 3) ; L'abandon définitif et l'élimination progressive de l'utilisation du mercure dans des produits et procédés de fabrication (articles 4, 5 et 6, annexes A et B) ; le contrôle de l'utilisation du mercure dans l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or (article 7, annexe C) ; le contrôle des émissions atmosphériques et des rejets dans l'eau et le sol (articles 8 et 9, annexe D) ; le stockage des déchets de mercure (articles 10, 11 et 12) ; le renforcement des capacités, l'assistance technique et le transfert de technologies (article 14) ; l'information et la

Conventions de portée universelle			
			sensibilisation (articles 16, 17 et 18). L'annexe C est intitulé « Extraction minière artisanale et à petite échelle d'or ». Elle prévoit des plans d'action nationaux. Le Mali et le Sénégal ont déjà élaboré ce document.
Accord sur les changements climatiques (Paris)	12 décembre 2015 / 4 novembre 2016	23/09/2016 21/09/2016	L'Accord de Paris vise à renforcer l'intervention mondiale face à la menace posée par les changements climatiques, dans le contexte du développement durable et des efforts d'éradication de la pauvreté. L'acide sulfurique (H ₂ SO ₄) et nitrique (HNO ₃) utilisé dans l'extraction artisanale de l'or participe à l'augmentation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.
Textes régionaux			
Convention africaine des Ressources naturelles (Alger-Maputo)	15 septembre 1968 11 juillet 2003	12/11/2004 Non ratifiée	Interdiction de toute exploitation minière dans certaines zones comme les réserves naturelles intégrales et les parcs (art. III.4). Les États doivent veiller à ce que les formes non agricoles d'utilisation des terres, telles que l'extraction minière ne favorise pas l'érosion, à la pollution ou à toute autre forme de dégradation des terres (art. VI.3.c).
Protocole à la Charte africaine des droits de l'Homme et des Peuples relatifs aux droits des femmes (Maputo)	11 juillet 2003 25 novembre 2005	16/09/ 2004 8/01/ 2004	Le Protocole exige des États qu'ils adoptent et mettent en œuvre des mesures appropriées en vue d'interdire toute exploitation des femmes ou tout traitement dégradant à leur égard (art. 3.3), interdit toutes formes d'exploitation, de punition et de traitement inhumain ou dégradant (art. 4) doivent être interdites.
Vision du régime minier de l'Afrique (Addis-Abeba)	2009 2009	2009 2009	La Vision propose d'encourager la création de petites exploitations minières communautaires et artisanales résilientes.
Conventions OMVS			
Conventions du 11 mars 1972 portant création de l'OMVS L'organisation vise le développement des ressources du fleuve Sénégal.	11 mars 1972	26/07/1972	L'OMVS s'appuie sur différents organes, dont la Commission permanente des eaux, organe consultatif chargé notamment de définir les principes et les modalités de la répartition des eaux du fleuve Sénégal entre les États et entre les secteurs d'utilisation de l'eau et la réglementation de la conservation quantitative et qualitative de l'eau du fleuve.
Convention portant statut du Fleuve Sénégal	11 mars 1972		Internationalisation du Fleuve Sénégal, y compris ses affluents (art. 1), tels que la Falémé ; Volonté des États concernés de développer une étroite coopération pour permettre l'exploitation rationnelle des ressources du fleuve Sénégal et

Conventions de portée universelle			
			garantir la liberté de navigation et l'égalité de traitement des utilisateurs (art. 2).
Charte des Eaux du Fleuve Sénégal (Nouakchott)	28 mai 2002	24/07/2002 28/05/2003	La Charte fixe notamment les principes et les modalités de la répartition des eaux du Fleuve Sénégal entre les différents secteurs d'utilisation, détermine les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement, particulièrement en ce qui concerne la faune, la flore, les écosystèmes des plaines inondables et des zones humides (art. 2). Le champ d'application de la Charte est assez vaste, car concerne l'ensemble du bassin hydrographique du Fleuve Sénégal y compris les affluents, les défluent et les dépressions associées (art. 3). Elle s'applique donc à la Falémé La Charte indique que la répartition des eaux entre les usages intègre notamment le développement quantitatif et qualitatif de la production minière (art. 5). Par ailleurs, pèsent sur les États la nécessité de protéger et de préserver l'écosystème du Fleuve. Ils doivent prendre les dispositions de nature à prévenir, réduire ou maîtriser les événements ou conditions résultant de causes naturelles ou d'activités humaines qui risquent de causer un dommage aux autres États, à l'environnement du Fleuve, à la santé ou à la sécurité de l'Homme. A cet effet, les États membres doivent établir conjointement la liste des substances dont la présence dans les eaux du Fleuve doit être interdite, limitée, étudiée ou contrôlée et œuvrer de concert afin de lutter contre les pollutions ponctuelles ou diffuses (art. 16).
Autres exigences internationales			
Intitulé	Date d'adoption	Auteur	Liens avec EMAPE
Code d'Éthique sur le commerce international des produits chimiques sur les principes et directives du secteur privé pour l'application de règles de conduite visant à gérer rationnellement les produits chimiques	Avril 1994	PNUE	Le Code vise à réduire les risques que ces produits chimiques peuvent présenter pour la santé et l'environnement (art. I) ; réduction des risques, nécessité d'essai et d'évaluation, classification, emballage et étiquetage des produits chimiques, fourniture d'informations, l'éducation, formation, publicité et commercialisation (art. II). Les orpailleurs sont organisés en association relevant du secteur privé, par conséquent ces directives et principes leur sont applicables.
Code international de Gestion du Cyanure pour la fabrication, le transport et l'utilisation	2004	Institut international de Gestion du cyanure	Programme de certification volontaire, axé sur les performances, des meilleures pratiques pour les sociétés minières d'or et d'argent et les sociétés produisant et transportant du cyanure utilisé dans les mines d'or et d'argent ; L'objectif du Code du cyanure est d'améliorer la gestion du cyanure utilisé

Conventions de portée universelle			
du cyanure dans la production d'or			dans les mines d'or et d'argent et d'améliorer la protection de la santé humaine et la réduction des impacts environnementaux, tout en assurant les parties prenantes de la manipulation sûre du cyanure grâce à la divulgation des résultats des analyses, mécanisme d'assurance pour améliorer la protection de la santé humaine et réduire le potentiel d'impacts environnementaux.
Cadre Environnemental et Social (CES) du Groupe de la Banque Mondiale	Août 2016		<p>La mise en œuvre de l'EMAPE exige du Cadre environnemental et social. Ce dernier porte notamment sur l'évaluation et la gestion des risques et effets environnementaux et sociaux (NES no 1) ; la nécessité de garantir des conditions de travail correctes (NES no 2) ; l'utilisation rationnelle des ressources et prévention et gestion de la pollution (NES no 3) ; Santé et sécurité des populations (NES no 4) ; Acquisition des terres, restrictions à l'utilisation des terres et réinstallation forcée (NES n°5) ; Préservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles biologiques (NES n°6) ;</p> <p>Peuples autochtones / Communautés locales traditionnelles d'Afrique subsaharienne historiquement défavorisées (NES n°7) ; Patrimoine culturel (NES n°8) ;</p> <p>Intermédiaires financiers (NES n°9) ;</p> <p>Mobilisation des parties prenantes et information (NES n°10).</p>
Normes de l'IFC : Normes de performance et Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière			<p>Les documents suivants sont à prendre en compte dans le cadre de l'EMAPE : évaluation et gestion des risques et impacts environnementaux et sociaux (NP 1) ;</p> <p>Main-d'œuvre et conditions de travail (NP2) ;</p> <p>Utilisation efficace des ressources, prévention et réduction de la pollution (NP3) ;</p> <p>Acquisition de terres et réinstallation volontaire (NP5) ;</p> <p>Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles vivantes (NP6) ;</p> <p>Peuples autochtones (NP7) ;</p> <p>Patrimoine culturel (NP8) et les Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière qui s'appliquent aux exploitations minières souterraines et à ciel ouvert, aux exploitations alluvionnaires, aux activités d'extraction par dissolution.</p>

Conventions de portée universelle			
Principes en matière de performance minière	2003	CIMM	Différents principes dont on peut s'inspirer dans le cadre de l'EMAPE : principe 3 relatif aux droits de l'homme ; principe 7 consacré à la biodiversité ; principe 8 relatif à la production responsable et principe 9 porte sur la performance sociale.
Lignes directrices et principes de l'établissement des rapports d'état en vertu des articles 21 et 24 de la charte africaine relatifs aux industries extractives, droits de l'homme et à l'environnement	2017	Commission Africaine de l'Union Africaine	Les lignes directrices définissent l'expression « activités minières artisanales ou à petite échelle » et invitent les États au respect des droits de l'homme dans le cadre des industries extractives à petite échelle (p. 15).
Norme mondiale pour la bonne gestion des ressources pétrolières, gazières et minières La Norme	2019	ITIE	La norme pose différentes exigences : l'exigence 2 porte sur le cadre légal et institutionnel, octroi des licences et des contrats ; l'exigence 6 est relative aux dépenses sociales et économiques.

5.2 Analyses en lien avec les politiques de formalisation et d'encadrement de l'orpaillage

5.2.1 Par rapport aux politiques et textes internationaux

Depuis les années 90, la protection de l'environnement est devenue un majeur dans le cadre des activités industrielles et des activités artisanales. C'est dans ce cadre que différents textes ont prévu des mesures par rapport à la lutte contre les différentes formes de pollution. Mais, l'un des textes les plus importants par rapport à l'EMAPE d'or, c'est la Convention de Minamata sur le mercure. Son article 7 traite en profondeur de l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or. A cet effet ; chaque partie sur le territoire de laquelle sont menées des activités d'extraction minière et de transformation artisanales et à petite échelle d'or prend des mesures pour réduire et, si possible, éliminer l'utilisation de mercure et de composés du mercure dans le cadre de ces activités ainsi que les émissions et rejets consécutifs de mercure dans l'environnement ; toute Partie qui, à n'importe quel moment, constate que les activités d'extraction minière et de transformation artisanales et à petite échelle d'or menées sur son territoire sont non négligeables notifie ce fait au Secrétariat. Les États doivent élaborer et met en œuvre un plan d'action national pour le mercure. Les deux États ont adopté ce plan d'Action national qui est en train d'être mis en œuvre.

Au plan régional, différents textes ont été adoptés et les deux pays sont engagés dans ces initiatives. On peut signaler les textes suivants :

5.2.1.1 **Convention africaine pour la Conservation de la nature et des Ressources naturelles²⁴**

La Convention a été adoptée à Alger, le 15 septembre 1968 et révisée à Maputo, le 11 juillet 2003. La convention révisée à Maputo a été ratifiée par le Mali, le 12 novembre 2004. Mais, n'est pas encore ratifiée par le Sénégal. La Convention interdit toute exploitation minière dans certaines zones comme les réserves naturelles intégrales et les parcs (art. III.4). Dans la Convention révisée, il est demandé aux États de veiller à ce que les formes non agricoles d'utilisation des terres, telles que l'extraction minière ne favorise pas l'érosion, la pollution ou à toute autre forme de dégradation des terres (art. VI.3.c). Ces obligations devront être respectées dans le cadre de l'EMAPE d'Or.

5.2.1.2 **Vision du régime minier de l'Afrique²⁵**

La Vision du Régime minier de l'Afrique a été adoptée par les Chefs d'État et de Gouvernement lors du Sommet de l'Union africaine (UA) de 2009. La Vision met de l'avant un cadre global pour l'amélioration des régimes miniers en Afrique dont l'objectif est de créer un équilibre entre les exigences en matière de transparence et de responsabilisation et la nécessité d'intégrer l'exploitation minière dans le développement à long terme de l'Afrique, et ce, à l'échelle régionale, nationale et locale. La Vision propose d'encourager la création de petites exploitations minières communautaires et artisanales résilientes ou ASM.

5.2.1.3 **Protocole à la Charte africaine des droits de l'Homme et des Peuples relatifs aux droits des femmes²⁶**

Le Protocole a été adopté à Maputo le 11 juillet 2003, ratifié respectivement par le Mali et le Sénégal, le 16 septembre 2004 et le 8 janvier 2004 et entré en vigueur, le 25 novembre 2005. Le Protocole exige des États qu'ils adoptent et mettent en œuvre des mesures appropriées en vue d'interdire toute exploitation des femmes ou tout traitement dégradant à leur égard (art. 3.3), interdit toutes formes d'exploitation, de punition et de traitement inhumain ou dégradant (art. 4). Les obligations liées à ce Protocole sont à respecter dans le cadre de l'EMAPE d'Or.

5.2.1.4 **Convention de Bamako sur l'interdiction d'importer en Afrique des déchets dangereux et sur le contrôle des mouvements transfrontières et la gestion des déchets dangereux produits en Afrique²⁷**

La Convention a été adoptée à Bamako le 30 janvier 1991. La Convention a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 21 février 1996 et le 29 mars 1994. Elle est entrée en vigueur, le 22 avril 1998. Le champ d'application de la convention porte sur les déchets dangereux. Ce qui comprend les déchets ayant

24 https://au.int/sites/default/files/treaties/7763-treaty-0003_-_african_convention_on_the_conservation_of_nature_and_natural_resources_f.pdf

25 <https://invenio.unidep.org/invenio//record/18903/files/Africa%20Mining%20Vision%20french.pdf>

26 <https://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/65556/63007/F2037633474/ORG-65556.pdf>

27 <https://www.peaceau.org/uploads/convention-de-bamako-fr.pdf>

comme constituants des composés du mercure ou de cyanure que l'on retrouve dans l'EMAPE. En effet, certains déchets sont produits en Afrique et chaque pays doit prendre les mesures nécessaires pour en assurer une gestion rationnelle. D'ailleurs, la Convention met à la charge des États l'obligation de surveiller l'importation des déchets dangereux. Aussi bien le Mali que le Sénégal sont concernés.

Les politiques et textes internationaux auxquels le Mali et le Sénégal ont souscrit ont des relations importantes avec l'EMAPE d'or dans la Falémé.

Concernant les Normes du Groupe de la Banque Mondiale, notamment la NES n° 1 relative à l'évaluation et à la gestion des risques et effets environnementaux et sociaux exige une évaluation environnementale et sociale de tout projet dans le but d'évaluer les risques et effets environnementaux et sociaux pendant la durée de vie dudit projet. L'évaluation environnementale et sociale sera proportionnée aux risques et effets potentiels du projet et déterminera de manière intégrée tous les risques environnementaux et sociaux et les impacts directs, indirects et cumulatifs du projet. Ce qui s'applique aux projets miniers, notamment ceux relatifs à l'EMAPE d'or. La NES n° 2 relative aux conditions de travail fixe des conditions relativement au Travail des enfants et au travail forcé. Les normes encouragent la gestion de la pollution en évitant ou minimisant les impacts négatifs de tout projet sur la santé humaine et l'environnement en évitant ou en minimisant la pollution provenant des activités du projet ; en évitant aussi ou en minimisant les émissions de polluants atmosphériques à courte et longue durée de vie et en évitant ou minimisant la production de déchets dangereux et non dangereux. Dans l'EMAPE d'or, toutes ces obligations sont à respecter. Les travailleurs dans les mines artisanales ont aussi besoin d'une sécurité juridique que la NES no 2, prend en charge. Il est enfin important que les activités liées à l'EMAPE préservent la diversité biologique, les ressources naturelles et le patrimoine culturel. Il en est de même des normes de performance de l'IFC. Concernant spécifiquement les activités minières, l'IFC prévoit aussi des Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour l'exploitation minière. Ces directives s'appliquent aux exploitations minières souterraines et à ciel ouvert, aux exploitations alluvionnaires, aux activités d'extraction par dissolution et au dragage des fonds marins.

Le Code d'Éthique sur le commerce international des produits chimiques sur les principes et directives du secteur privé pour l'application de règles de conduite visant à gérer rationnellement les produits chimiques énonce des principes et directives à l'intention des parties du secteur privé, concernant les règles de conduite à appliquer dans la production et la gestion des produits chimiques faisant l'objet du commerce international, compte tenu de l'intégralité de leur cycle de vie, afin de réduire les risques que ces produits chimiques peuvent présenter pour la santé et l'environnement (art. I). Même si beaucoup d'orpailleurs artisanaux ne sont pas dans le secteur formel, ces principes et directives s'appliquent pour ceux qui ont des autorisations d'exploitation minière artisanale, car ils visent à réduire les risques que les produits chimiques peuvent présenter pour la santé et l'environnement des travailleurs dans les mines.

Le Code international de Gestion du Cyanure pour la fabrication, le transport et l'utilisation du cyanure dans la production d'or fixe des directives que les associations d'orpailleurs dans les deux pays peuvent utiliser.

La Norme Initiative pour la Transparence des Industries Extractives (ITIE) exige des informations portant sur l'impact environnemental des activités extractives).

5.2.2 Par rapport aux politiques régionales, sous-régionales et communautaires

Le Sénégal et le Mali sont membres fondateurs de l'OMVS en 1972. Cette organisation sous-régionale assez dynamique a prévu dans la Convention portant statut du Fleuve Sénégal qu' : « aucun projet susceptible de modifier d'une manière sensible les caractéristiques du régime du Fleuve, ... l'état sanitaire des eaux, les caractéristiques biologiques de sa faune ou de sa flore, son plan d'eau, ne peut être exécuté sans avoir été au préalable approuvé par les États contractants » (art. 4). Ces stipulations ont été renforcées par la Charte des Eaux du Fleuve Sénégal qui détermine notamment les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement, particulièrement en ce qui concerne la faune, la flore, les écosystèmes des plaines inondables et des zones humides (art. 2). La Charte fait ainsi peser de manière générale sur les États l'obligation de protéger l'environnement du Bassin, car « la disponibilité et la qualité des ressources en eau sont menacées par la pollution » ²⁸, notamment celle qui résulte de l'EMAPE d'or.

L'Union africaine a aussi élaboré des Lignes directrices et principes de l'établissement des rapports d'état en vertu des articles 21 et 24 de la charte africaine relatifs aux industries extractives, droits de l'homme et à l'environnement. Elles invitent les États au respect des droits de l'homme dans le cadre des industries extractives à petite échelle.

Au plan communautaire, qu'il s'agisse de la CEDEAO ou de l'UEMOA, différents textes ont été adoptés et ils prennent en compte l'EMAPE. C'est le cas de :

- Acte Additionnel N° 01/2000 portant adoption de la politique minière commune de l'UEMOA ;
- Règlement n°18/2003/CM/UEMOA du 23 décembre 2003 portant Code minier communautaire ;
- Directive C/DIR 3/05/09 de la CEDEAO en date du 27 mai 2009 portant sur l'harmonisation des principes directeurs et des politiques dans le secteur minier.

Le Règlement étant plus contraignant, le Mali et le Sénégal, l'ont directement intégré dans leur législation. Par ailleurs, qu'il s'agisse du Code minier du Mali de 2019 ou de celui du Sénégal de 2016, la plupart des principes communautaires en matière d'EMAPE ont été pris en compte. Ainsi, le Code du Mali prévoit que pour l'exploitation artisanale des substances minérales est prévu le régime des mines en vertu d'un permis d'exploitation artisanale. Tout titulaire de titre minier doit se conformer aux principes et exigences éthiques et de bonne gouvernance tels qu'édictés par l'Initiative pour la Transparence dans les Industries extractives (ITIE) et le Processus de Kimberley (PK) et les meilleures pratiques édictées par la Convention de Minamata (art. 24). Il est prévu dans ce Code des « couloir d'exploitation artisanale » et ils doivent être soumis à un permis environnemental. En effet, les titulaires de permis d'exploitation artisanale sont tenus de réaliser leurs

28 K. Komara, L'eau, enjeu vital des relations internationales. Eaux transfrontalières : bombes à retardement ou facteurs de coopération et de paix, Paris, éd. Recherche midi, 2018, p. 77.

activités conformément à la législation et à la réglementation en vigueur en matière de protection de l'Environnement (art. 152 du Code minier malien). Conformément à la Directive, les collectivités territoriales sont impliquées dans l'exploitation des couloirs d'exploitation artisanale.

Le Code minier du Sénégal dans la définition de la législation minière inclut directement la Directive C/DIR 3/05/09 du 27 mai 2009 de la CEDEAO et adhère aux principes et exigences de la norme ITIE (art. 95).

5.2.2.1 Politiques et Plans miniers

Le Mali et le Sénégal ont adopté différentes politiques et stratégies pertinentes en rapport avec l'EMAPE d'Or. Ces politiques sont présentées dans la présente section.

Au Mali, il s'agit des documents suivants :

Politique nationale de développement du secteur minier et pétrolier

Le Mali a élaboré en 2019 une Politique nationale de développement du secteur minier et pétrolier. L'objectif général de cette politique est l'accroissement substantiel de la part des produits miniers dans le PIB. La politique constate que l'or est le premier produit d'exportation du pays en valeur et constitue un des plus grands contributeurs à la croissance économique et que le Mali en est en 2015, le 3ème producteur africain derrière l'Afrique du Sud et le Ghana. L'objectif que se fixe la politique qui prend en compte les orientations générales dans le cadre de la Vision Minière Africaine est l'accroissement substantiel de la part des produits miniers dans le PIB en vue d'améliorer le bien-être social du peuple grâce à une juste distribution des revenus tirés du secteur et de promouvoir le développement durable pour les communautés vivant autour des mines (p. 15).

L'Objectif Spécifique 4 de cette Politique est de mieux structurer et encadrer les secteurs de l'artisanat minier. L'Axe Stratégique 4 est relatif à un meilleur respect des réglementations et normes ainsi que la préservation du bien-être des acteurs locaux et des populations. Quant à l'Axe Stratégique 6, il porte sur le développement des synergies entre le secteur minier et le reste de l'économie. Il s'agit notamment de : mettre en œuvre des dispositions réglementaires et politiques ainsi que des standards et normes en vue de promouvoir un secteur artisanal et de petite mine viable et durable.

Il est prévu à cet effet de mettre en œuvre des dispositions réglementaires et politiques ainsi que des standards et normes en vue de promouvoir un secteur artisanal et de petite mine viable et durable, de développer des programmes de renforcement des capacités en faveur du secteur minier artisanal et de la petite mine (p. 19). Par ailleurs, des mesures sont prévues en vue de réduire les conflits entre orpaillage traditionnel et industriel, le recensement des opérateurs miniers traditionnels et une meilleure gestion des couloirs d'orpaillage. La politique insiste sur le fait que l'activité minière doit s'inscrire désormais dans un projet de développement durable sur le plan social, économique et environnemental notamment dans les communautés et régions abritant les sites d'exploitation. On retrouve certains de ces sites d'exploitation sur le long de la Falémé, notamment dans le village de Sitakili (Cercle de Kéniéba). Toutefois, la politique n'intègre pas les défis climatiques pour le développement durable du secteur minier.

Plan d'Action national pour l'EMAPE d'Or

Le Plan datant de mars 2020 note que les principales zones aurifères du Mali sont le cercle de Kéniéba dans la région de Kayes, le cercle de Kangaba dans la région de Koulikoro et les cercles de Sikasso, Yanfolila, Kolondiéba, Kadiolo et Bougouni dans la région de Sikasso et que sur les 104 sites miniers, la région de Kayes compte le plus grand nombre de sites EMAPE actifs au Mali (p. 15). Le Plan se fixe comme objectif général de réduire, si possible éliminer, l'usage du mercure dans l'EMAPE d'or en adoptant des technologies de maîtrise et de récupération du mercure et des techniques sans mercure, en contribuant à l'amélioration des conditions de vie et de travail des mineurs artisanaux et de leurs communautés, et en promouvant de bonnes pratiques organisationnelles, institutionnelles, réglementaires, environnementales et sanitaires. Dans ce cadre, il s'agit conformément aux objectifs de la Convention de Minamata sur le mercure et aux engagements de réduction des émissions de mercure pris par le gouvernement du Mali de : Réduire l'utilisation du mercure dans le secteur d'EMAPE de 10 % du niveau de référence de 33 t Hg/an d'ici 2023 et de 50 % supplémentaire d'ici 2029 et réduire le ratio moyen d'utilisation du mercure au niveau national de 1,44 à 1,15 d'ici 2023 et à 0,65 d'ici 2029. Les stratégies de mise en œuvre du Plan portent sur les :

- a) actions visant à éliminer les pires pratiques,
- b) mesures visant à faciliter la formalisation ou la réglementation,
- c) stratégies pour promouvoir la réduction des émissions et rejets de mercure et de l'exposition à cette substance,
- d) stratégie visant à gérer les échanges commerciaux et à prévenir le détournement de mercure,
- e) stratégies visant à impliquer les parties prenantes dans la mise en œuvre et l'amélioration continue du plan d'action national,
- f) stratégie de santé publique relative à l'exposition au mercure des mineurs travaillant dans l'extraction aurifère artisanale et à petite échelle et de leurs communautés,
- g) stratégies visant à prévenir l'exposition des populations vulnérables, notamment les enfants, les femmes en âge de procréer et surtout les femmes enceintes, au mercure utilisé dans l'EMAPE,
- h) stratégies pour informer les mineurs travaillant dans l'EMAPE et
- i) stratégies financières pour encourager la production d'or sans mercure.

Au Sénégal, les documents les plus pertinents par rapport à la politique de l'EMAPE d'Or sont les suivants :

La Lettre de Politique Sectorielle de Développement des Mines et de la Géologie (LPSD-MG)

La LPSD-MG.2021-2025 propose la Vision suivante : « Un secteur des mines et de la géologie structuré, compétitif et résilient apportant une pleine contribution au développement inclusif et durable du pays pour un Sénégal émergent à l'horizon 2035 ». La Vision est non seulement alignée, sur celle du PSE, mais aussi sur celle de la Vision minière africaine.

Parmi les principes directeurs, figurent :

- La préservation de l'environnement et de la biodiversité ;

- Le respect des droits humains ;
- La participation des femmes et ;
- La prise en compte des intérêts des populations.

La Lettre constate l'insuffisance du cadre réglementaire et institutionnel pour la prise en charge de l'EMAPE et de la réhabilitation des sites d'orpaillage, une faible maîtrise de la chaîne des valeurs de l'EMAPE et l'utilisation clandestine des explosifs, du mercure et du cyanure dans l'EMAPE. Ainsi, parmi ses priorités figure la transformation des EMAPE en opportunités de développement économique et social.

Le Plan d'Action National EMAPE d'Or

Le Plan datant de novembre 2019 note que :

- L'activité de l'EMAPE d'or est pratiquée dans le sud-est du pays, principalement dans les régions de Kédougou et Tambacounda ;
- La région de Kédougou concentre environ 77 % de la production d'or provenant de l'EMAPE d'or au Sénégal. Dans cette région, deux départements sur trois pratiquent l'orpaillage : Saraya et Kédougou. À Kédougou, l'activité est plus présente dans l'arrondissement de Bandafassi et, à Saraya, elle est concentrée dans les arrondissements de Bembou et de Sabodala ;
- La région de Tambacounda concentre environ 23 % de la production nationale d'or provenant de l'EMAPE d'or. Dans cette région, l'EMAPE d'or se pratique dans le département de Bakel et plus précisément dans l'arrondissement de Kéniéba.

L'objectif général du Plan est de réduire, et si possible, éliminer l'utilisation du mercure et de ses composés ainsi que les émissions et rejets de la substance dans l'environnement. Au plan national, il s'agit de : contribuer à la protection de l'environnement des communautés de mineurs et des populations environnantes en réduisant de 80 %, d'ici 2030, l'utilisation de mercure et de ses composés ainsi que leurs émissions et rejets dans l'environnement par le secteur de l'EMAPE d'or, (1) en éliminant les pratiques dangereuses qui impliquent l'utilisation de grandes quantités de mercure et, (2) en adoptant des technologies de maîtrise et de récupération du mercure et des techniques d'extraction n'utilisant pas le mercure.

Les objectifs de réduction sont les suivants :

- Réduire de 50 % l'utilisation du mercure d'ici 2024 en formalisant et/ou en réglementant le secteur de l'EMAPE d'or ;
- Réduire de 30 % les rejets et émissions de mercure d'ici 2022 en éliminant les pires pratiques de traitement qui impliquent l'utilisation de grandes quantités de mercure ;
- Faire passer, d'ici 2024, de 39 % à 80 % le taux de fréquentation des structures sanitaires par les orpailleurs et leurs familles ;
- Assurer, d'ici 2024, la surveillance des émissions et des rejets de mercure dans 80 % des sites d'EMAPE d'or ;
- Améliorer de 40 %, d'ici 2024, l'accès à des services de santé de qualité pour la prise en charge des problèmes de santé du secteur de l'orpaillage ;

- Amener d'ici 2024, 40 % des populations vivant dans les zones d'orpaillage à accéder à des services de santé de qualité pour la prise en charge des problèmes de santé du secteur de l'orpaillage ;
- Assurer, d'ici 2024, le renforcement de 50 % des points de prestation de services de soins pour la prise en charge des problèmes de santé liés au secteur de l'EMAPE ;
- Atteindre, d'ici 2024, 45 % de couverture du dispositif communautaire au niveau des districts sanitaires des sites EMAPE ;
- Sensibiliser, d'ici 2024, 60 % des orpailleurs de la région aux problèmes de santé liés au mercure et à la promotion de comportements plus sûrs liés à l'utilisation des produits chimiques.

Ce plan en conformité avec les engagements internationaux, notamment avec la Convention de Minamata, vise à mieux encadrer l'EMAPE d'Or.

On se rend compte aussi bien pour le Mali que pour le Sénégal, il s'agit de se conformer aux engagements internationaux, en particulier ceux qui résultent de la Convention de Minamata. A cet égard, s'il faut se féliciter de l'élaboration de ces politiques. Il est important du point de vue réglementaire de prendre des dispositions plus contraignantes en réglementant le secteur de l'EMAPE d'Or pour une réduction importante de l'utilisation et de l'émission des rejets du mercure, en assurant la surveillance des émissions et des rejets de mercure dans les sites d'EMAPE d'or.

5.2.2.2 Politiques environnementales et sociales

Celles du Mali sont présentées à côté des politiques du Sénégal.

Au Mali :

Politique Nationale de Protection de l'Environnement (PNPE)

Le Mali a adopté une Politique Nationale de Protection de l'Environnement (PNPE) en 2019. Son but est d'intégrer la protection de l'environnement dans toute décision qui touche la conception, la planification et la mise en œuvre des politiques, programmes et activités de développement. Cette politique propose cinq programmes majeurs d'intervention ²⁹.

La PNPE est fondée sur une démarche particulière qui consiste à définir les orientations en matière d'environnement. Elle introduit le principe pollueur - payeur, qui responsabilise celui qui pollue ou dégrade l'environnement dans la réhabilitation des ressources dégradées. La mise en œuvre de cette politique concerne des actions relatives à la lutte contre la désertification, la lutte contre la pauvreté, la sécurité alimentaire, et la prévention et lutte contre les pollutions, qui constituent autant de contraintes à lever pour assurer le développement socio-économique du Mali.

La Politique Nationale d'Assainissement

Le Document portant Politique Nationale d'Assainissement de février 2019 propose de promouvoir à l'horizon 2030 un changement radical de comportement en vue

²⁹ Il s'agit des programmes suivants : Gestion des changements climatiques ; Gestion des ressources naturelles ; Amélioration du cadre de vie ; Consolidation des actions environnementales et Promotion du développement durable.

d'un accès durable aux services d'assainissement pour tous. Le Document de Politique est fondé sur différentes stratégies, dont celles relative à la gestion durable des déchets solides, des eaux usées et excréta et des déchets spéciaux. La gestion des déchets solides se pose dans les sites d'EMAPE, la défécation à l'air libre constitue aussi une réalité et certains déchets électroniques sont rejetés sans aucun traitement au préalable.

La Politique Nationale de l'Eau (PNE)

Le Mali a adopté en 2006, une Politique Nationale de l'Eau. Son objectif principal est de : « contribuer à la lutte contre la pauvreté et au développement durable en apportant des solutions appropriées aux problèmes liés à l'eau, afin que celle-ci ne devienne un facteur limitant du développement socioéconomique ». D'ailleurs, le barrage hydro-électrique de Manantali est construit sur le Bassin du Fleuve Sénégal. La mise en œuvre de cette politique est importante pour le secteur minier, notamment de l'EMAPE, vu que c'est un secteur qui est un utilisateur important des ressources en eau et que cette activité peut aussi être source de pollution des eaux du Fleuve.

La Politique Forestière Nationale

La Politique Forestière Nationale (PFN)³⁰ est partie intégrante de la politique nationale de développement économique et social. Son objectif principal est la gestion durable des ressources forestières, fauniques et halieutiques. Le secteur de l'EMAPE est concerné par la PFN du fait que les activités minières peuvent affecter les ressources forestières, fauniques et halieutiques. La politique note que de grandes espèces comme l'Élan de Derby, sont localement éteintes et vu que l'EMAPE peut conduire à la déforestation et au déboisement, il importe de prendre en compte ladite politique.

La Politique Nationale sur les Changements Climatiques

L'objectif global de la Politique Nationale sur les Changements Climatiques (PNCC) du Mali est de faire face aux défis des changements climatiques en assurant un développement durable du pays. Dans le secteur des Mines, les orientations stratégiques s'articulent autour de la poursuite des objectifs de la politique minière et du code minier notamment ceux ayant un lien étroit avec les changements climatiques à savoir l'application des réglementations relatives à l'étude d'impact environnemental.

La Politique Nationale de Protection Sociale du Mali

La Politique Nationale de Protection sociale de 2015 accorde une attention particulière à la couverture des risques sociaux des catégories spécifiques : personnes âgées, personnes handicapées, femmes et enfants, pupilles du Mali ainsi que les personnes victimes du VIH/SIDA. Dans ce cadre, la législation appropriée protectrice fait partie des composantes de cette politique pour garantir le droit des personnes à la protection contre les risques. Une telle législation protectrice s'attaque aussi aux déséquilibres des pouvoirs qui créent ou maintiennent la vulnérabilité des personnes ou des groupes marginalisés, notamment par des mesures contre la discrimination. Cette législation doit permettre de protéger les enfants, les femmes et les groupes vulnérables dans le cadre de l'EMAPE.

La Stratégie Nationale et le Plan d'Actions pour la diversité biologique

Ce document, révisé en 2014, propose, d'ici 2025, la vision suivante : « le Mali, tout en se développant, doit préserver la variété des ressources biologiques, la particularité et la beauté de ses paysages. Il fera en sorte que leurs valeurs soient appréciées à la fois par ses populations et par la communauté internationale. Il veillera à l'utilisation durable et à la sécurité de cette richesse dans l'intérêt des générations présentes et futures ». La Stratégie note que le sous-sol malien regorge d'importants gisements miniers dont : l'or, le diamant, le cuivre, le plomb, le zinc, le fer, le phosphate, la bauxite, le manganèse, l'uranium, le calcaire, le gypse. Les exploitations d'or dans les régions de Kayes et de Sikasso et de phosphate au Nord sont considérées parmi les plus importants. Toutefois, l'exploitation de ces mines d'or et des placers affecte l'environnement et la santé à travers les déchets produits et mal gérés. Ce qui constitue une menace pour la diversité biologique notamment avec l'orpaillage traditionnel en périphérie des parcs. Concernant les travaux

30 Décret n°2017-0845/P-RM du 09 octobre 2017 portant approbation de la Politique Forestière Nationale et son Plan d'Actions 2018-2022.

miniers, ils dévastent de grandes étendues de terre détruisant la faune et la flore sur ces espaces. Une pression est exercée sur la faune et la flore (braconnage, feux de brousse, défrichage). La Stratégie précise que dans les techniques de l'orpaillage traditionnel, les risques et les dangers pour l'environnement physique se traduisent entre autres par le déboisement, la destruction du couvert végétal et des sols, la pollution des ressources en eau résultant de l'emploi des produits chimiques dans les traitements. Les cas de forte concentration de centaines, voire de milliers d'orpailleurs sur le même site, s'accompagnent souvent d'une coupe abusive de bois pour faire face aux besoins de mine, d'habitation et de chauffage. La destruction des végétaux se trouve renforcée par la recherche de pépites qui sont censées se trouver surtout entre les racines de certains arbres. Il en résulte une dégradation des terres qui sont alors rendues impropres à l'agriculture. Suite aux déplacements fréquents des orpailleurs vers d'autres sites plus riches, de nombreux puits et ouvrages miniers sont parfois abandonnés. Ils livrent ainsi le sol au ravinement et à des processus d'érosion intensive, aboutissant à une destruction totale du sol superficiel destinée à l'agriculture. Tous ces constats sont listés dans la Stratégie Nationale et le Plan d'Actions pour la diversité biologique du Mali.

La Stratégie Nationale des Aires Protégées (SNAP)

La SNAP vise à l'horizon 2025, l'engagement politique fort du Mali à garantir une contribution significative de la gestion des Aires Protégées à la réduction de la pauvreté et à l'inversion de la tendance à l'érosion de la diversité biologique. La SNAP définit les actions prioritaires basées sur une évaluation de l'état actuel de la biodiversité et des mesures/actions aux niveaux local et national pour lever les contraintes identifiées. La SNAP note que le manque de moyens pour valoriser les ressources naturelles pousse les pauvres à une exploitation minière des ressources. En effet, les activités minières, notamment celles relevant de l'EMAPE d'or peuvent affecter des aires protégées du Mali. En effet, dans le cadre des activités liées à l'EMAPE, il est nécessaire de procéder parfois à des déboisements. Ce qui peut causer la perte d'habitats naturels.

Cadre Stratégique pour la Relance Économique et le Développement Durable (CREDD)

La Vision du CREDD 2019-2023 est celle d'« Un Mali bien gouverné, où le vivre ensemble harmonieux des différentes composantes de la société est restauré, la paix consolidée et la sécurité collective et individuelle assurée dans l'unité, la cohésion et la diversité, où le processus de création de richesse est inclusif et respectueux de l'environnement et où le capital humain est valorisé au bénéfice notamment des jeunes et des femmes ». Son objectif général est de promouvoir un développement inclusif et durable en faveur de la réduction de la pauvreté et des inégalités dans un Mali uni et apaisé, en se fondant sur les potentialités et les capacités de résilience en vue d'atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD) à l'horizon 2030. A cet effet, le CREDD constate que l'environnement est en constante dégradation et qu'elle est peu résiliente par rapport au changement climatique et aux catastrophes. On observe également les effets de l'exploitation minière. Son Objectif spécifique 3.3.1) Diversifier et intégrer la production minière à l'économie comme un facteur de développement durable. La principale production minière du Mali est l'or avec une production de 50 tonnes en moyenne par an. Ce qui classe le pays au rang de troisième producteur en Afrique, après l'Afrique du Sud et le Ghana. L'apport du secteur aux recettes du budget d'État est estimé entre 250 et 300 milliards de FCFA par an, malgré les fortes exonérations fiscales dont

bénéficient les sociétés minières. Au-delà de la production industrielle de l'or, l'orpaillage (exploitation traditionnelle de l'or) aussi joue un rôle important dans la création de richesse au niveau des communautés de base. En ce qui concerne le pétrole, les résultats obtenus suite aux travaux récents, sont très encourageants et pourraient rapidement confirmer le potentiel pétrolier des zones de travaux. Ces recherches portent sur cinq bassins sédimentaires (Taoudéni, Gao, Nara, Iullemeden et Tamesna) découpés en 29 blocs. Mais, l'activité minière est peu intégrée à l'économie nationale. Cela, en raison de la faible qualification de la main-d'œuvre locale, la faible implication des nationaux dans l'exploitation des mines industrielles, la faiblesse de la sous-traitance et de la fourniture locale, la faible transformation de l'or produit. Au total, les activités minières demeurent peu diversifiées et peu intégrées pour contribuer efficacement au développement des autres branches de l'économie. Malgré la richesse du sous-sol malien, le secteur est caractérisé par la monoculture de l'or. Cette situation risque d'impacter négativement l'activité minière si des efforts ne sont pas entrepris pour encourager la recherche et la découverte de nouvelles mines, à travers la mise en œuvre d'une véritable stratégie de diversification. La diversification de la production minière par la mise en valeur des différentes ressources minières du pays doit impulser la dynamique de fond du secteur. Elle contribue à la croissance accélérée de l'économie malienne. Par sa nature et sa forme, la diversification doit permettre d'impliquer davantage de catégories d'acteurs et en plus grand nombre y compris les collectivités locales. Elle devient en cela un vecteur de distribution de revenus.

Les principales orientations pour le secteur minier consistent à : renforcer la connaissance et la cartographie du potentiel minier et géologique du sous-sol malien ; développer les formations aux métiers des mines et du pétrole (école des mines) ; mieux encadrer les contrats miniers et renforcer le contrôle indépendant du secteur ; renforcer le partenariat entre les sociétés minières et les entreprises privées maliennes ; améliorer l'accessibilité et le transport ».

Le Plan de Gestion des déchets dangereux

Le Mali a élaboré un Plan de Gestion des déchets dangereux en décembre 2017. Le Plan note l'utilisation des produits suivants au Mali, les piles et accumulateurs usagés qui peuvent contenir différents métaux comme le zinc et le mercure qui sont nocifs pour la santé et l'environnement (p. 30). Le plan précise que des déchets chimiques liés à l'exploitation minière sont utilisés et qu'ils sont constitués de résidus de produits chimiques dans les différentes étapes de l'exploitation minière, notamment aurifère (Arsenic, Cyanure, Mercure, Plomb, explosifs à usage civil, acides, sels et bases).

Le Document cadre de Politique nationale de décentralisation

Le Document cadre de Politique nationale de décentralisation (2015-2024) vise notamment à promouvoir le développement territorial équilibré des régions et des pôles urbains par la réorganisation territoriale pour donner plus de cohérence au développement territorial, la promotion d'une économie régionale créatrice de richesses et d'emploi, la promotion des villes comme pôles de croissance et de développement. L'Objectif général n°2 du document est : d'améliorer la qualité des services rendus par les collectivités territoriales. L'ambition de cet objectif est de rendre les collectivités territoriales plus performantes dans la fourniture des services aux populations à travers des transferts significatifs de compétences et de ressources, le renforcement des capacités du personnel et la valorisation de la

fonction publique des collectivités territoriales ainsi que celle du statut des élus locaux. Ce qui devrait permettre de décongestionner les zones de forte pression et à pourvoir le territoire national en infrastructures de base. Le secteur minier est donc concerné par cette politique. Cette politique est à articuler avec la Politique nationale d'Aménagement du Territoire qui vise un développement équilibré du territoire national alliant le progrès social, l'efficacité économique et la protection de l'environnement. Le Mali a aussi adopté un Document Cadre National du Développement Économique Régional.

Au Sénégal :

Le Plan Sénégal Émergent (PSE)

La politique publique de base au Sénégal est celle qui résulte du Plan Sénégal Émergent (PSE) qui se décline en une vision qui est celle d'«Un Sénégal émergent en 2035 avec une société solidaire dans un État de droit». Le PSE prône l'intérêt de développer le secteur des ressources minières et la pleine exploitation des ressources minérales (&262). Concernant spécifiquement, l'EMAPE, « le Sénégal mettra en place un cadre réglementaire permettant de contrôler et réguler les activités d'orpaillage traditionnel sur les sites de production avec l'objectif de préserver l'intégrité du secteur aurifère, d'améliorer les conditions sociales et de travail, de protéger l'environnement, d'assurer la sécurité publique, d'élaborer la politique minière et de réviser le code minier » (&341). Par ailleurs, dans le secteur de l'environnement, le Sénégal entend notamment intensifier la lutte contre la dégradation de l'environnement et des ressources naturelles dans le respect des conventions y afférentes et préserver les réserves de la biosphère. Ainsi, le PSE prend en compte la préservation des activités d'orpaillage.

*Le Plan d'Action National EMAPE d'Or*³¹

Le Plan note que l'extraction minière artisanale et à petite échelle (EMAPE) d'or constitue un secteur important et a une influence considérable au niveau écologique, social et économique. Les activités de l'EMAPE sont pratiquées dans 2 des 14 régions du Sénégal, la région de Kédougou et celle de Tambacounda. La région de Kédougou est celle où l'activité est la plus présente. En effet, 96 % des sites se trouvent dans la région de Kédougou contre 4 % à Tambacounda. Dans le cadre de l'étude réalisée en 2018, il a été estimé que la population minière du Sénégal est d'environ 31 000 personnes. À peu près 25 000 personnes travaillent dans le secteur dans la région de Kédougou et environ 6 000 à Tambacounda. Parmi cette population on trouve 60 % d'étrangers provenant d'au moins 10 pays, principalement du Mali, de la Guinée et du Burkina Faso. Les enfants et les femmes sont également très représentés dans le secteur. En effet, il a été estimé que près de 50 % de la main-d'œuvre est constituée de femmes et 6 % d'enfants. L'utilisation du mercure rend difficile la gestion durable de l'activité aurifère. Les quantités de mercure mesurées dans les sédiments, les sols et l'eau dans ces sites dépassent largement les normes internationales et commencent à avoir des effets réels sur l'environnement, la faune, la flore et la santé des populations locales. Il a été estimé qu'environ 5,2 t/an de mercure sont utilisées dans le secteur. Environ 3,9 t/an de

31 ASGM-ONU, 2019- 10, Plan d'action national, Estimations initiales nationales du secteur de l'extraction artisanale et à petite échelle d'or au Sénégal conformément à la convention de Minamata sur le mercure, 42 p.

mercure concernent la région de Kédougou et 1,3 t/an la région de Tambacounda
32

La Lettre de Politique du Secteur de l'Environnement et du Développement Durable (LP/SEDD)

La LP/SEDD-2016-2020, procède à la présentation de l'état de ressources naturelles et fait le constat de la dégradation des habitats de la faune et de la diminution de l'effectif de certaines espèces comme le Lycaon, l'Élan de Derby ou le Cobe. Ce qui résulte essentiellement du braconnage et de l'extraction minière. L'Objectif global de la Lettre de Politique est de : « créer une dynamique nationale pour l'amélioration de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles, l'intégration des principes du développement durable dans les politiques et le renforcement de la résilience des populations aux changements climatiques ». La Lettre prévoit un OS 1 relatif à la réduction de la dégradation de l'environnement et des ressources naturelles, aux effets néfastes du changement climatique et à la perte de la biodiversité. Ce document prévoit un Programme 3 portant sur la « Lutte contre les pollutions, les nuisances et les effets néfastes des changements climatiques ». Le Programme doit permettre notamment de : lutter contre l'érosion fluviale, améliorer la gestion des produits chimiques tels que le mercure et les déchets dangereux, renforcer notablement les actions d'évaluation, d'éducation environnementale et de suivi de la qualité de l'air et des eaux.

La Lettre de Politique Sectorielle de Développement du Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement

La Lettre de Politique Sectorielle de Développement (LPSD) pour le secteur de l'Eau et l'Assainissement (2016-2025) se fonde sur une vision qui résume les principaux enjeux du secteur et qui est déclinée comme suit : « Une eau abondante de qualité pour tous, partout et pour tous les usages, dans un cadre de vie durablement assaini, pour un Sénégal émergent ». Dans l'analyse situationnelle, la Lettre de Politique sectorielle indique que le potentiel hydrique renouvelable est évalué à environ 4.750 m³ /habitant/an, que les eaux de surface des bassins fluviaux totalisent un volume moyen de 24 milliards de m³ /an dont 20,4 milliards pour le fleuve Sénégal (p.6). Dans le sous-secteur de l'assainissement, on note parmi les faiblesses, la prise en charge efficace des questions environnementales à travers l'accroissement des capacités en matière de traitement et de dépollution pour sauvegarder le cadre de vie en respectant les normes de rejets dans le milieu naturel incluant les plans d'eau. D'ailleurs, parmi les actions attendues du Plan, figure l'amélioration du niveau de dépollution des rejets. Cette question intéresse particulièrement l'EMAPE d'Or.

La Politique Nationale de Gestion des Zones Humides

La Politique Nationale des Zones Humides (PNZH) a été adoptée en 2015 par l'État du Sénégal. L'objectif général de la PNZH est de contribuer à la gestion durable des zones humides, dans une perspective d'atteinte de la sécurité alimentaire, de croissance économique et à d'amélioration du cadre et du niveau de vie des populations.

32 ASGM-ONU, 2019- 11, Plan d'action national visant à réduire et éliminer l'usage du mercure dans l'extraction minière artisanale au Sénégal, 81 p.

Elle distingue trois types de zones humides : littorale (marine et côtière) ; continentales et artificielles, selon qu'elles se situent respectivement le long des cours d'eau, au niveau du continent ou encore qu'elles soient créées par l'homme et, repose sur six (6) axes stratégiques prioritaires que sont :

- L'amélioration des connaissances sur les zones humides pour une conservation et une utilisation durables ;
- La restauration et la conservation durable des zones humides ;
- L'amélioration des modes d'utilisation durable des zones humides ;
- L'amélioration de la gouvernance et la synergie d'actions ;
- Le renforcement des capacités individuelle, institutionnelle et systémique des parties prenantes ;
- La valorisation durable des ressources et fonctions des zones humides.

La Politique note que dans la zone du Sénégal Oriental, on trouve des zones humides continentales, telles que des rivières et cours d'eau permanents, parmi lesquels, les cascades de Ségou et de Fongolimbi. La zone est aussi parcourue par la Falémé et par de nombreux cours d'eau saisonniers et mares temporaires. L'EMAPE doit prendre en compte une telle Stratégie.

La Politique forestière du Sénégal

La Politique forestière du Sénégal (2005-2025), actualisée en 2014 vise à contribuer de façon sensible à la réduction de la pauvreté grâce à la conservation et à la gestion durable du potentiel forestier à travers, notamment, la mise en œuvre cohérente de la politique de décentralisation et de coopération dans le cadre des conventions locales, internationales et partenariat sous-régional. Elle préconise la synergie entre la politique forestière et les autres secteurs, dont celui de l'exploitation minière, car certaines forêts sont fortement menacées par le braconnage. Par ailleurs, l'utilisation des produits toxiques comme le cyanure dans l'exploitation minière menace le fonctionnement des écosystèmes en général. La politique note aussi que les grands mammifères se rencontrent notamment dans la Zone d'intérêt cynégétique de la Falémé.

La Politique nationale sur les Changements Climatiques (PANA)

Le Sénégal a élaboré en 2006, un PANA qui a fait l'objet d'une actualisation et prend en compte les axes stratégiques suivants :

1. renforcement des capacités à long terme des cadres institutionnels impliqués dans l'adaptation aux changements climatiques (ACC) ;
2. renforcement des systèmes d'information sur l'ACC ;
3. mise en œuvre des mécanismes financiers efficaces et durables ;
4. réduction de la vulnérabilité globale du pays ;
5. intégration systématique de l'ACC dans les politiques et stratégies de développement.

La déforestation dans le cadre de l'EMAPE d'Or favorise la désertification et est par conséquent néfaste pour la lutte contre les changements climatiques.

La Stratégie Nationale des Aires Protégées

Cette Stratégie actualisée en 2011 se fonde sur la nécessité pour le Sénégal de disposer « d'un réseau cohérent d'aires protégées gérées, de façon participative, par des institutions fortes et valorisant la diversité naturelle et culturelle pour contribuer au développement durable ». La Stratégie propose des actions, parmi lesquelles, le lancement d'initiatives visant à réduire l'impact négatif de l'action de l'homme sur l'environnement, à travers la mise en œuvre de plans de réduction et de gestion des déchets (Activité 1.3). Elle constate aussi une exploitation abusive des ressources ligneuses, la pratique du braconnage, les prospections et ouvertures de mines et l'installation dans les parcs et forêts classées ou dans les zones tampons de carrières d'exploitation artisanale et industrielle d'or.

La Stratégie Nationale de Gestion intégrée des Zones Côtières

La stratégie de Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) adoptée en octobre 2013 prévoit une approche intégrative et multidisciplinaire qui doit aider à une gestion durable des ressources côtières. La Stratégie a pour vision : « un littoral sain et sécurisé dans le long terme grâce à une gestion intégrée des zones côtières incorporant l'adaptation au changement climatique ; Des zones côtières gérées de façon durable par la mise en place d'un processus de GIZC ; Des zones côtières sécurisées qui contribuent au développement durable du Sénégal ». Les études ont montré qu'au niveau des bassins versants, des sédiments pollués provenant de sites miniers peuvent être déplacés par l'eau ou par le vent vers des embouchures de systèmes fluviaux et sont de nature à affecter les estuaires et les zones côtières, ainsi que leur biote côtier et marin 33.

La Stratégie Nationale pour les Aires Marines Protégées

La conservation de la biodiversité marine et côtière et la gestion durable des ressources halieutiques constituent depuis plusieurs années une préoccupation majeure du Gouvernement du Sénégal. Cette Stratégie adoptée en 2013 se fixe comme but de mieux concilier les besoins vitaux des communautés locales et les impératifs de conservation des ressources marines et côtières associées aux AMP. Elle s'intègre parfaitement dans les priorités et les différents documents nationaux de planification environnementale. Elle repose sur trois axes stratégiques que sont :

- Renforcement institutionnel, création et gestion des AMP ;
- Contribution des AMP à la gestion durable des ressources halieutiques, à la conservation de la biodiversité marine et côtière et à l'amélioration des conditions et moyens d'existence des communautés locales ;
- Développement de la recherche scientifique au service des AMP.

La Stratégie précise que les AMP permettent de préserver des habitats clés, tels que les mangroves, les vasières, les estuaires et deltas. La protection de ces espaces doit être assurée dans le cadre de l'EMAPE.

33 B. Y. Benao, *L'extraction industrielle de l'or dans des zones arides et semi-arides des pays en développement peut-elle mener à un développement durable ?* Maîtrise en Environnement, CUFE, Université de Sherbrooke, juin 2019, p. 19.

La Stratégie nationale et plan national d'actions pour la biodiversité biologique

Conscient du rôle et de l'importance de la diversité biologique à tous les niveaux et des nombreuses menaces pesant sur ses éléments constitutifs, le Sénégal a signé puis ratifié en 1994 la Convention sur la Diversité Biologique (CDB). A travers ces actes, le pays s'est engagé solennellement à contribuer à l'atteinte des objectifs que se fixe la Convention. La stratégie adoptée en 1998 a été réactualisée en août 2015 pour prendre en compte notamment en compte les questions liées au genre et au changement climatique.

La SPNAB vise la restauration, la conservation et la valorisation de la biodiversité A l'horizon 2030 afin de fournir de manière durable des biens et services avec un partage équitable des bénéfices et avantages pour contribuer au développement économique et social. Pour atteindre cette vision, 4 axes stratégiques ont été définis :

- Amélioration des connaissances sur la biodiversité et renforcement des capacités institutionnelles et techniques de mise en œuvre de la SNAB ;
- Réduction des pressions, restauration et conservation de la biodiversité ;
- Promotion de la prise en compte de la biodiversité dans les politiques de développement économique et social ;
- Promotion de l'utilisation durable de la biodiversité et des mécanismes d'accès aux ressources biologiques et de partage juste et équitable des avantages découlant de leur exploitation.

Le Plan de Gestion des Déchets dangereux

L'objectif global du plan d'action est de « Mettre en place un système efficace, écologiquement rationnel, inclusif et participatif de gestion des déchets dangereux au Sénégal ».

Les domaines d'action qui ont été identifiés sont les suivants :

- 1. Renforcement des capacités et de l'engagement des institutions et des acteurs impliqués dans la gestion des déchets dangereux ;
- 2. Amélioration de la gouvernance des déchets dangereux (Cadre réglementaire et institutionnel fonctionnel, observatoire, suivi évaluation) ;
- 3. Modernisation et amélioration de l'efficacité du système de gestion des déchets dangereux en tenant compte des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales ;
- 4. Mise en place de mécanismes de financement durable de la gestion des déchets dangereux.

Le Plan de gestion note que la pollution au mercure constitue une des sources majoritaires de pollution environnementales et elle peut être liée aux activités minières, surtout à l'orpaillage.

Le Plan National d'Aménagement et de Développement Territorial (PNADT)

Le PNADT élaboré en 2018 et validé en juin 2020, constitue un levier pour la mise en œuvre de l'Acte 3 de la décentralisation et son approfondissement. Le PNADT intègre mieux les dimensions « développement territorial » et « bonne gouvernance et gestion intégrée de l'environnement et des ressources naturelles ». Son objectif global est de promouvoir le développement du Sénégal à partir de ces territoires par une bonne structuration de l'espace et une valorisation durable des ressources et

potentiels des territoires. Concernant les ressources minières, le plan précise que le Sénégal dispose d'un contexte géologique favorable à l'existence d'un potentiel minier important et divers. Il présente deux domaines spécifiques : les formations anciennes du socle situées dans le Sénégal Oriental et le bassin sénégalo-mauritanien qui occupent les 3/4 du territoire national. La frange littorale du bassin est riche en sables à minéraux lourds tels que le zircon et l'ilménite tandis que le socle renferme des métaux précieux, en particulier l'or. Les actions d'aménagement et de développement territorial du Plan portent notamment sur l'environnement et les ressources naturelles. Ce qui devrait permettre de conserver le potentiel forestier. Car, l'EMAPE d'Or joue un rôle important dans la dégradation des écosystèmes forestiers et peut être à l'origine de feux de brousse. Par ailleurs, en ce qui concerne, les ressources en eau, le Plan préconise de renforcer la coopération transfrontalière dans la gestion des réserves d'eau partagées (Action 4.11).

5.2.3 Similitude des cadres politiques et stratégiques au Mali et au Sénégal vis-à-vis des EMAPE

La présentation des cadres politiques et stratégiques du Mali et du Sénégal relativement aux EMAPE d'Or fait ressortir clairement la prise en compte des engagements internationaux des deux États pour mieux encadrer cette activité.

Le Tableau 26 suivant montre une similitude des politiques et stratégies dans les deux pays.

Tableau 26 : Similitude des cadres politiques et stratégiques au Sénégal et au Mali pour les EMAPE

<i>Mali</i>	<i>Sénégal</i>	<i>Observations</i>
Cadre stratégique pour la relance économique et le développement durable	Plan Sénégal émergent	Les deux politiques publiques de base mettent l'accent sur la nécessité de protéger les ressources minières
Politique nationale de développement du secteur minier et pétrolier	La lettre de politique sectorielle de développement des mines et de la géologie	Ces deux documents accordent une importance à l'EMAPE d'Or
Plan d'action national EMAPE d'or	Plan d'action national EMAPE d'or	Ces deux documents convergent quant à la nécessité de créer les conditions pour l'encadrement de l'EMAPE d'Or, surtout par rapport à l'utilisation du mercure
Politique nationale de protection de l'environnement	La lettre de politique du secteur de l'environnement et du développement durable	Ces deux documents mettent l'accent sur la nécessité de protéger les ressources naturelles

<i>Mali</i>	<i>Sénégal</i>	<i>Observations</i>
Politique nationale d'assainissement	Lettre de politique sectorielle de développement du ministère de l'hydraulique et de l'assainissement	Les conditions de rejets dans l'eau du Fleuve sont prises en compte dans ces politiques
Politique nationale de l'eau	Lettre de politique sectorielle de développement du ministère de l'hydraulique et de l'assainissement	Le Sénégal a fusionné la politique nationale de l'eau et celle de l'assainissement
Politique forestière nationale	Politique forestière du Sénégal	La politique forestière des deux États préconise la synergie entre la politique forestière et le secteur de l'exploitation minière en raison des menaces liées au braconnage et de l'utilisation des produits comme le cyanure
Politique nationale sur les changements climatiques	Politique nationale sur les changements climatiques	Les changements climatiques constituent une préoccupation de l'OMVS, notamment dans la Falémé
Politique nationale de décentralisation	Plan national d'aménagement et de développement territorial	Si le Mali a élaboré une Politique nationale de décentralisation, le Sénégal a adopté tout récemment un document prenant en compte mieux les ressources minières en préconisant l'édiction de mesures portant sur l'environnement et les ressources naturelles afin de conserver le potentiel forestier et surtout de renforcer la coopération transfrontalière dans la gestion des réserves d'eau partagées
	Politique nationale de gestion des zones humides	Seul le Sénégal a adopté une Politique nationale de Gestion des zones humides
Stratégie nationale et plan d'actions pour la diversité biologique	Stratégie nationale et plan d'actions pour la diversité biologique	Ces deux documents permettent la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique et assurent la protection de la biodiversité dans les zones où l'EMAPE est pratiquée
	Stratégie nationale de gestion intégrés des zones côtières	Cette stratégie n'est pas prévue au Mali
Stratégie nationale des aires protégées	Stratégie nationale de gestion des aires protégées du Sénégal	L'EMAPE d'or doit en principe être interdite dans les aires protégées

<i>Mali</i>	<i>Sénégal</i>	<i>Observations</i>
Plan de gestion des déchets dangereux		Les deux plans visent à mettre en place un système efficace, écologiquement rationnel, inclusif et participatif de gestion des déchets dangereux et concerne le mercure qui est utilisé dans l'EMAPE

5.3 Analyse des mécanismes de transposition du cadre législatif et réglementaire dans les réalités de la gestion de l'orpaillage

5.3.1 Description du contenu des différents textes juridiques

5.3.1.1 Mali, la Constitution

La Constitution du Mali du 25 février 1992 affirme, dans son préambule, l'engagement du peuple malien à : « assurer l'amélioration de la qualité de la vie, la protection de l'environnement et du patrimoine culturel » et reconnaît « le droit à un environnement sain ». Elle dispose en son article 15 que « la protection, la défense de l'environnement et la promotion de la qualité de la vie sont un devoir pour tous et pour l'État ». Ainsi, dans le cadre de l'EMAPE d'Or, la qualité de l'environnement doit être garantie, ainsi que le patrimoine culturel. L'État a aussi l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour garantir la qualité de l'environnement, notamment dans le cadre de l'EMAPE d'Or. Le décret n°2020-0072/PT-RM du 1^{er} octobre 2020 portant promulgation de la Charte de la transition n'a pas remis en cause la garantie de la protection de l'environnement.

5.3.1.2 Mali, la législation minière

Au Mali, le secteur minier est régi principalement par les textes suivants : l'Ordonnance n°2019-022/P-RM du 27 septembre 2019 portant Code minier en République du Mali complété par le décret n°2020-0177/PT-RM du 12 novembre 2020 fixant modalités et conditions d'application du Code minier.

Le Code minier dans les définitions prend en compte L'EMAPE. Ainsi, le permis d'exploitation artisanale y est défini comme : « l'acte administratif délivré conformément aux dispositions du Code minier et du présent décret permettant de réaliser des activités d'exploitation artisanales, pendant une durée déterminée, à l'intérieur d'un périmètre »³⁴. Quant à l'exploitation artisanale, elle renvoie à « toute opération à petite échelle qui consiste à extraire et concentrer des substances minérales provenant des gîtes primaires et secondaires affleurant ou subaffleurant et en récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels ou traditionnels, y compris l'orpaillage artisanal » (art. 1.25). L'étude s'intéressant à l'orpaillage, celui est considéré comme : « l'activité à petite échelle consistant à récupérer l'or contenu dans les gîtes primaires, alluvionnaires et éluvionnaires à l'intérieur d'un couloir d'exploitation artisanale par les procédés manuels associant des équipements rudimentaires, sans utilisation de produits

³⁴ Voir aussi art. 1.12 du décret portant application du Code minier.

chimiques, qui peut être indifféremment appelée orpaillage traditionnel ou orpaillage artisanal ou manuel, le tout désignant la même activité exercée dans un couloir d'exploitation artisanale (art. 1.41).

Parmi les titres miniers, figure le permis d'exploitation artisanale qui est exercé dans les couloirs d'exploitation artisanale. Le Code indique que les couloirs d'exploitation artisanale doivent être conformes aux règles de forme des périmètres et indiqués au cadastre minier, qu'ils sont soumis à un permis environnemental et que leur existence et leur situation géographique sont portées à la connaissance du public par des méthodes efficaces. Mais, le Code autorise aussi qu'un titre minier autre que le permis d'exploitation artisanale puisse être attribué sur un couloir d'exploitation artisanale par l'administration chargée des Mines, avec l'autorisation expresse des autorités des Collectivités territoriales concernées après concertation et avis préalable des communautés locales seulement dans certains cas³⁵ (Voir art 46). Par conséquent, il est nécessaire à tout exploitant artisanal de l'or dans la Falémé de respecter ces prescriptions. Le Code insiste aussi sur le rôle attribué aux collectivités territoriales en ce qui concerne le permis d'exploitation artisanale (art. 47). Seuls les Maliens ou les ressortissants d'un pays accordant la réciprocité aux maliens peuvent obtenir le permis d'exploitation artisanale d'or (art. 48). Le permis octroyé confère à son titulaire, dans les limites de son périmètre le droit d'exploiter, selon des méthodes et procédés artisanaux manuels ou traditionnels excluant tout usage de produits chimiques, les substances pour lesquelles il est délivré. La durée du permis ne peut excéder trois (3) ans, renouvelable par périodes de trois (3) ans (art. 49). La partie réglementaire du Code minier traite notamment de l'attribution du permis d'exploitation artisanale en dehors d'un couloir d'exploitation artisanale. Dans ce cadre, toute demande d'attribution d'un permis d'exploitation artisanale sur un périmètre situé en dehors d'un couloir d'exploitation artisanale adressée au ministre chargé des Mines comporte doit comprendre au moins les documents et les renseignements ci-après : a) les coordonnées géographiques du périmètre sollicité ; b) le plan de situation sur carte topographique ou sur carte géologique à l'échelle 1/200 000e du périmètre sollicité, avec délimitation du périmètre ; c) la désignation des substances de mine pour lesquelles le permis est demandé (art. 84). C'est le Ministre chargé des Mines qui attribue le permis d'exploitation artisanale. Toujours, selon les dispositions du décret d'application du Code minier, la liste des équipements et matériels autorisés dans le cadre de l'exploitation artisanale comprend : a) les outils à mains ; b) les treuils manuels ; c) les marteaux masses ; les mortiers et pilons en fonte ; e) un groupe électrogène d'une capacité maximum de 50 KVA ; f) les motopompes (art. 91). Le titulaire du permis d'exploitation minière doit aussi avant le début des activités minières sur le terrain soumettre au Directeur

35 Il s'agit des cas suivants : a) l'attribution d'un permis d'exploitation semi-mécanisée sur un périmètre disponible ; b) la transformation d'un permis d'exploitation artisanale en permis d'exploitation semi-mécanisée sur le périmètre qui fait l'objet du permis d'exploitation artisanale ; c) la transformation d'un permis d'exploitation artisanale ou d'un permis d'exploitation semi-mécanisée en permis de recherche, Permis d'Exploitation de Petite Mine ou de grande mine sur le périmètre qui fait l'objet du permis transformé ; d) l'attribution d'un permis de recherche, Permis d'Exploitation de Petite Mine ou de grande mine sur un périmètre qui est sans activité et disponible depuis une période de six mois (6) avant la date de dépôt de la demande du permis ou de la date de réservation du périmètre pour attribution par la procédure d'appel d'offres.

de la Géologie et des Mines ou au maire de la commune concernée : a) un engagement de respecter le plan de gestion environnementale et sociale, adopté par arrêté conjoint du ministre chargé des Mines et du ministre chargé de l'environnement ; b) une caution personnelle destinée à couvrir le montant des travaux de réhabilitation et de sécurisation du site à l'issue de ses activités minières (art. 92). Par ailleurs, le demandeur d'un permis d'exploitation artisanale, son renouvellement ou sa cession doit s'acquitter du montant de 100 000 FCFA. Le décret prévoit aussi des visites de l'Administration chargée des Mines ou du service compétent de la commune concernée et du service compétent du Ministère en charge de l'Environnement sur le périmètre du permis d'exploitation artisanale pour vérifier l'application des procédures et des mesures prévues par le plan de gestion environnementale (art. 93).

Le Code minier a prévu des couloirs d'exploitation artisanale. Il s'agit de « la bande de terrain libre de tout titre minier déterminée par l'administration chargée des Mines conjointement avec les services chargés de l'Administration territoriale et de l'Environnement, dévolue aux Collectivités territoriales et réservée exclusivement à l'exploitation artisanale et à l'exploitation semi-mécanisée des substances minérales sur une durée limitée, y compris l'orpaillage » (art. 1.14).

Les couloirs d'exploitation artisanale sont réservés comme leurs noms l'indiquent à l'exploitation artisanale des substances minérales et ils sont fixés par un arrêté conjoint des ministres chargés des Mines, de l'Administration territoriale et de l'Environnement, en consultation avec les autorités des Collectivités territoriales dont elles sont du ressort (Article 46 du Code minier).

L'arrêté interministériel no 2014-1663/MM-MIS-MEEA-MDV du 06 juin 2014 porte interdiction de l'activité d'orpaillage pendant la période hivernale au Mali. L'interdiction court du 15 mai au 30 octobre de chaque année et elle concerne l'activité d'orpaillage sous toutes ses formes et quelques années plus tard, l'arrêté interministériel n° 2020-1197/MMPMATD-MSPC-MEADD-SG du 27 mars 2020 porte suspension des activités d'orpaillage.

5.3.1.3 Mali, la législation environnementale

Le Code minier et les autres textes relatifs à la protection de l'environnement accordent une importance particulière à la gestion des ressources naturelles.

Ainsi, est interdit l'utilisation des explosifs et des substances chimiques dangereuses, notamment le cyanure, le mercure et les acides dans les activités d'exploitation artisanale (art. 50 du Code minier). L'article 44 du Code minier interdit l'exploitation de substances minérales dans les lits des cours d'eau par dragage ainsi que par toute autre méthode. Par ailleurs, les titulaires de permis d'exploitation artisanale ou semi-mécanisées sont tenus de réaliser leurs activités conformément à la législation et à la réglementation en vigueur en matière de protection de l'Environnement (art. 152 du Code minier).

La loi n° 02-006/ du 31 janvier 2002 prévoit différentes dispositions pour assurer la protection qualitative des ressources en eau. Ainsi, est interdit tout déversement ou écoulement, rejet, dépôt ou indirect dans les eaux des matières de toute nature susceptible de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la faune et la flore aquatiques (art. 14). Par ailleurs, « Toute personne physique ou morale, publique ou privée exerçant une activité, source de pollution ou pouvant présenter des dangers pour la ressource en eau et l'hygiène du milieu doit envisager toute mesure

propre à enrayer ou prévenir le danger constaté ou présumé. Tout pollueur doit supporter les coûts de ses activités polluantes » (art. 16). Le Code prévoit aussi des périmètres de protection en vue de préserver des points de prélèvements des eaux destinées à la consommation humaine des risques de pollution provenant des activités exercées à proximité. Les prélèvements d'eau de surface ou souterraine sont réglementés. Tout celui qui possède un titre minier doit fournir des rapports spécifiques hydrogéologiques pour obtenir un permis de prélèvement d'eau selon les dispositions de l'arrêté interministériel (n°07-1202) qui fixe les redevances en fonction du débit d'eau prélevé.

Les risques liés à la destruction des ressources en eau dans les activités minières étant importants, l'article 61 al. premier du Code de l'eau dispose « Sans préjudice de l'application des dispositions du code minier, quiconque désire entreprendre des travaux miniers, susceptibles de porter atteinte à la qualité et au mode d'écoulement des eaux, doit requérir l'autorisation préalable des administrations chargées de l'eau et de la santé publique et de se soumettre aux obligations d'étude d'impact environnemental ».

Il faut se référer à l'arrêté interministériel n°2013-0256/MEA/MATDAT-SG du 29 janvier 2013 qui fixe les modalités de la consultation publique en matière d'étude d'impact environnemental et social. En application de ce texte, la consultation publique suit les étapes suivantes :

- Prise de contact avec les autorités pour les informer du démarrage de l'EIES du projet. Cette première étape comporte : la présentation du projet, l'exposé succinct des impacts potentiels, positifs et négatifs du projet, les outils utilisés que sont les moyens de communication appropriés (affichage, avis radiodiffusés, crieur public, presse, etc.) ;
- Elle vise à informer les acteurs concernés du démarrage de l'étude et des enjeux du projet par l'organisation d'une Assemblée Générale organisée par le représentant de l'État ou le maire de la zone d'implantation. Les participants à cette assemblée devront faire part de leurs préoccupations. Cette étape devra faire l'objet d'une large diffusion à l'aide des moyens de communication appropriés ;
- Elle consiste à restituer les préoccupations des populations concernées, exposer les actions prévues par le promoteur afin d'atténuer ou compenser les effets néfastes et de bonifier les impacts positifs du projet, et les actions sociales que le promoteur compte entreprendre éventuellement en faveur des populations. Cette étape est effectuée à la fin de l'étude.

Un procès-verbal de la consultation publique est exigé en deux exemplaires originaux signés et cachetés par le sous-préfet ou le maire de la zone d'implantation du projet. La consultation publique ne concerne que les projets de catégories A et B (avec EIES) visés à l'annexe du Décret n°2018-0991/P-RM du 31 décembre 2018 relatif à l'étude et à la notice d'impact environnemental et social.

D'ailleurs, tout projet d'exploitation et de traitement artisanal de minerais est soumis à une évaluation environnementale (annexe du Décret n°2018-0991/P-RM du 31 décembre 2018 fixant la liste des projets des catégories A, B et C). Les activités d'exploitation artisanale de minerais entrent dans la catégorie B des Projets à savoir des projets dont les impacts négatifs sur l'Environnement et sur les populations sont moins graves que ceux des projets de la catégorie A. Ces impacts sont d'une nature

délimitée et rarement irréversible. Toute ouverture et l'exploitation de toute mine avec une capacité de production inférieure, égale ou supérieure à 100t/jour doit faire l'objet d'une étude d'impact environnemental et social. Seuls les travaux d'exploration minière font l'objet d'une notice d'impact environnemental et social.

Le promoteur d'un projet de la catégorie B est soumis en outre à l'obtention préalable d'un Permis environnemental en vigueur, délivré par le ministre en charge de l'environnement, avant le démarrage de ses activités.

« Sont obligatoirement soumis à l'audit d'environnement tout travail, tout aménagement et tout ouvrage (...) minier, artisanal, (...) dont l'activité peut être source de pollution, de nuisance ou de dégradation de l'environnement ». Article 5 de la loi sur les pollutions et les nuisances.

La loi n° 2021-032 du 24 mai 2021 est relative aux pollutions et nuisances. Elle prévoit l'évaluation environnementale pour les politiques, stratégies, schémas, plans, programmes et projets. L'article 25 de la loi interdit de déverser les déchets industriels dans les cours d'eau et l'article 34 interdit toute forme d'utilisation et de gestion des déchets dangereux sans autorisation préalable du ministre chargé de l'Environnement. Il est aussi interdit d'exploiter une unité industrielle, minière ou artisanale émettant des substances polluantes dans l'air qu'elle qu'en soit la forme (art. 39). Quant aux établissements miniers, ils doivent être implantés et exploités dans le respect des zones de sensibilité et des normes fixées par la réglementation (art. 40).

Les substances chimiques n'ayant pas fait l'objet d'une homologation ou d'une autorisation ne peuvent pas faire l'objet d'une utilisation conformément à l'article 46 de la Loi relative aux pollutions et nuisances.

L'interdiction de l'exploitation minière dans le domaine forestier classé est stipulée par l'article 41 de la Loi sur les pollutions et nuisances comme suit : « Le domaine forestier classé est affranchi de tous droits portant sur le sol forestier y compris toute exploitation minière, toute fouille, prospection, sondage ou toute autre forme d'occupation ». L'exploitation minière en forêt classée encourt des pénalités conformément à l'article 110. » Cependant, les forêts classées peuvent être déclassées si cet acte est suivi d'un classement compensatoire d'un terrain de superficie au moins égale à celle déclassée. Au cas où cette disposition n'est pas applicable, le déclassement sera suivi d'un reboisement compensatoire en essences locales de la superficie déclassée à la charge du demandeur du déclassement (article 31). Cependant, on remarque que certaines aires de reboisement compensatoire se situent dans les permis miniers pouvant ainsi être exploitées dans l'avenir. Les modalités du choix de la zone pour le reboisement compensatoire doivent être précisées afin de prolonger la durabilité du reboisement.

Aussi, tout défrichement dans le domaine forestier protégé de l'État ou des Collectivités Territoriales est subordonné à l'obtention préalable d'une autorisation écrite délivrée par l'autorité compétente dont relève la zone, conformément aux dispositions des textes en vigueur (article 51). Le défrichement est interdit dans les forêts classées, les périmètres de protection et les périmètres de reboisement ainsi que dans des zones protégées. En outre, le défrichement peut faire l'objet d'une Etude d'Impact Environnemental et Social conformément aux dispositions des textes en vigueur.

La Loi n°10-028 du 12 juillet 2010 détermine les principes de gestion des ressources du domaine forestier national. Elle répartit le domaine forestier national en domaine forestier de l'État, domaine forestier des Collectivités Territoriales et patrimoine forestier des particuliers. L'article 10 de cette loi dispose « avant de procéder à des fouilles dans le sol, d'exploiter des carrières ou des mines, d'ouvrir une voie de communication ou d'en rectifier le tracé ou encore d'édifier des ouvrages dans le domaine forestier, toute personne physique ou morale est tenue de prendre toutes les mesures de protection des ressources naturelles et de l'environnement prescrites par la législation et la réglementation en vigueur ». Dans cette perspective, l'article 12 stipule que les abords des cours d'eau permanents, semi-permanents, des îles et îlots sur 25 mètres partir de la berge et les zones de naissance des cours d'eau et leur bassin de réception doivent faire l'objet d'actes de classement comme périmètres de protection. De plus, selon l'article 21 de ladite loi, la coupe d'arbres d'espèces de la catégorie des essences intégralement protégées est interdite, sauf dérogation écrite accordée par le service chargé des forêts pour des raisons scientifiques, médicinales, d'intérêt public ou dans les conditions suivantes : (a) défrichements autorisés ; (b) coupes régulières ou d'améliorations effectuées dans le cadre de la mise en œuvre de plan d'aménagement du domaine forestier. Ces mesures de protection sont essentielles et s'appliquent à l'EMAPE d'Or.

La Loi n°2018-036 du 27 juin 2018 fixant les principes de gestion de la faune et de son habitat. Elle détermine les mesures de conservation, de mise en valeur et d'utilisation durable des animaux sauvages, de leurs milieux de vie et de leur diversité biologique. En son article 10, elle dispose que les aires protégées du domaine faunique comprennent les réserves naturelles intégrales, les parcs nationaux, les réserves de biosphère, les réserves spéciales, les aires de refuges régionaux et locaux, les ranchs de faune et les zones d'intérêt cynégétiques. La loi interdit sur l'étendue des réserves naturelles intégrales, toute exploitation forestière, agricole ou minière, toutes fouilles ou prospections, sondages, terrassements ou constructions, tous travaux tendant à modifier l'aspect du terrain et de la végétation, toute pollution des eaux et de manière générale, tout acte de nature à nuire ou à apporter des perturbations à la faune ou à la flore (article 19). Par ailleurs, il est strictement interdit dans les parcs nationaux et aires centrales de réserves de biosphère, les activités de recherche, exploration, prospection et toutes formes d'exploitation minière (article 23).

Malgré l'interdiction des activités d'exploitation et d'exploration minière dans les aires protégées, on note une incohérence persistante dans l'attribution des titres miniers avec des chevauchements fréquents entre les délimitations des titres miniers et celles des aires protégées. Le secteur minier artisanal constitue une menace pour les aires protégées, car il échappe au contrôle des services techniques compétents par son caractère informel.

Le décret n° 10-387/P-RM du 26 juillet 2010 fixe la liste des essences forestières protégées et des essences forestières de valeur économique. Parmi les essences forestières intégralement protégées figurent l'*Adonsia digitata* et l'*Acacia senegal* que l'on retrouve dans la Falémé. Ces essences forestières font partie du domaine des collectivités territoriales conformément au décret n° 2018-0079/P-RM du 29 janvier 2018 fixant le détail des compétences de l'État transférées aux collectivités territoriales en matière de gestion des ressources forestières et fauniques. Par ailleurs, le décret n°2019-0887/P-RM du 05 novembre 2019 fixe la liste des espèces

de faune intégralement protégées, des espèces de faune partiellement protégées et des espèces de gibiers non protégées sur toute l'étendue du territoire nationale. Certaines de ces espèces se retrouvent dans la zone de la Falémé. C'est le cas du chimpanzé et de l'hippopotame qui sont des espèces entièrement protégées.

Le décret n° 2011-055/P-RM du 10 février 2011 porte classement de la Mare Sanke et les sites associés dans le patrimoine culturel national. Cette mare découle de la Falémé et elle comprend : l'étang situé à environ un (1) km au nord de la ville de San, le « Sanke deni », petite mare, située à l'ouest du grand bassin dénommé Mare Sanké et les sites associés, à savoir les puits sacrés de Karantéla San, de Trékoungo et de Parana ; le bois sacré Santoro, du nom du toro, figuier (ficus Gnaphalocarpa) associé à la fondation de la ville de San.

Pour l'orpaillage, des batteries usagées sont aussi utilisées, elles sont réglementées par l'arrêté n° 2016-2637/MEADD-SG du 22 juillet 2016 portant réglementation de la gestion des batteries usagées et d'autres sources contenant du plomb, ainsi que la récupération du cuivre en République du Mali. L'arrêté interdit à toute personne, physique ou morale, de stocker, de transporter, de collecter, de manipuler, de traiter, d'éliminer ou de recycler des batteries usagées et d'autres sources, contenant du plomb, sans l'autorisation de la Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollution et des Nuisances (DNACPN). Le demandeur doit respecter les dispositions de la réglementation en vigueur en matière de gestion des produits chimiques et des déchets dangereux (art. 3). Ces dispositions s'appliquent à l'EMAPE d'Or dans la Falémé.

Le décret n° 07-135/P-RM du 16 avril 2007 fixe la liste des déchets dangereux. Dans cette liste figurent les substances et articles contenant, ou contaminés par, des Polychlores Biphényles (PCB), des Polychlorés Terphényles (PCT) ; mercure, composés du mercure ; plomb, composés du plomb ; cyanures inorganiques. Certains de ces déchets sont utilisés dans l'EMAPE d'Or.

5.3.1.4 Au Mali, la législation relative à la santé et à l'hygiène

L'article 143 du Code minier fait obligation aux titulaires de titre minier et leurs sous-traitants, aux détenteurs d'autorisation d'ouverture ou d'exploitation de carrière de respecter les règles de sécurité et d'hygiène applicables aux travaux de recherche et d'exploitation. Ils sont aussi tenus de respecter les dispositions relatives aux risques de santé inhérents aux exploitations minières ou de carrières et les règles de sécurité relatives au transport, au stockage et à l'utilisation des explosifs et des substances chimiques. Ils sont tenus d'appliquer les règlements relatifs aux mesures de protection et de prévention conformément aux normes nationales ou internationales admises.

Les copies des règlements doivent être affichées sur les lieux de travail dans les endroits les plus visibles pour les employés.

Le respect des dispositions en matière d'hygiène et de sécurité est contrôlé par l'inspecteur du travail qui peut délivrer une mise en demeure en cas de violation de ces dispositions. Cette mise en demeure est assortie d'un délai de conformité à la réglementation. Article L.173 du Code du travail

L'inspecteur du travail est tenu informé par l'employeur de tout accident du travail et de toute maladie professionnelle constatés au sein de l'entreprise. L'entreprise ou l'établissement met à la disposition de ses travailleurs un service médical ou sanitaire. Articles L.176 et L.177 du Code du travail.

L'article 14 du Code de l'eau interdit tout déversement ou écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans les eaux des matières de toute nature susceptible de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la faune et à la flore aquatiques.

L'article D.170-29 du Décret portant application du Code du travail décrit le type d'échelle à utiliser dans les lieux de travail et les garanties de sécurité y relatives : « Les échelles de service devront être disposées ou fixées de façon à ne pouvoir glisser du bas, ni basculer. Leurs échelons devront être rigides, équidistants et encastrés dans les montants. Seules pourront être utilisées des échelles suffisamment résistantes, compte tenu du poids à supporter et munies de tous les échelons.

L'emploi des échelles sera interdit pour le transport des fardeaux pesant plus de 50 kg. Les montants des échelles doubles devront, pendant l'emploi de celle-ci, être immobilisées ou reliées par un dispositif rigide ».

5.3.1.5 Au Mali, la législation relative aux femmes et aux enfants

L'article 50 du Code minier interdit le travail des enfants dans l'exploitation minière artisanale.

Le décret n° 2011-846/PM-RM du 28 décembre 2011 porte, composition et modalités de fonctionnement du Conseil supérieur de la Politique nationale Genre du Mali. Cette politique doit prendre en charge l'élaboration de différents textes relativement aux conditions de travail, notamment dans l'EMAPE d'Or.

L'employabilité des femmes, des femmes enceintes et des enfants à des travaux excédant leurs forces, présentant des causes de danger ou qui, par leur nature et les conditions dans lesquelles ils sont effectués, sont susceptibles de blesser leur moralité est interdite. Le travail de nuit est interdit aux femmes et aux enfants dans l'industrie. Articles L.185 et L.186 du Code du travail.

Avant l'âge de quatorze ans aucun enfant ne peut être employé dans une entreprise ou établissement même comme apprentis, sauf dérogation édictée par arrêté du ministre en charge du travail, compte tenu des circonstances locales et des tâches confiées à l'enfant. Article L.187 du Code du travail

L'article L.188 du Code du travail permet à l'inspecteur du travail de solliciter auprès d'un médecin un examen des femmes et des enfants pour vérifier si les tâches qui leur sont confiées dans le cadre de leur travail n'excèdent pas leur force physique. Les intéressés eux-mêmes peuvent demander cet examen.

L'article 73 du Code de l'enfant fait obligation à toute personne même tenue par le secret professionnel de signaler au délégué à la protection de l'enfance tout ce qui est de nature à constituer une menace à la santé de l'enfant, à son développement, à son intégrité physique ou morale.

Le travail des femmes et des enfants est réglementé par les articles D.189-1 à D.189-37 du Décret n°96-178/P-RM du 13 juin 1996 portant application du Code du travail.

Les femmes ne peuvent être employées à aucun travail de nuit dans les mines et leurs dépendances. Elles ne peuvent également être employées dans ce secteur d'activité les jours de fêtes reconnues ou légales, même pour rangement d'ateliers. Cette dernière interdiction vaut aussi pour les enfants. Il est interdit d'employer les femmes aux travaux souterrains des mines et carrières.

Il est interdit de faire porter, pousser ou traîner, une charge quelconque par les femmes, dans les trois semaines qui suivent la reprise normale du travail, après leurs couches. La même interdiction s'applique pour les femmes enceintes, sous réserve de la notification de leur état à l'employeur, soit par les intéressées, soit par le service médical.

L'article D.189-16 du Décret susvisé encadre le travail de nuit des enfants. « Les enfants âgés de moins de dix-huit ans, employés, ouvriers et apprentis, ne peuvent être employés à aucun travail de nuit, entre 21 heures et 5 heures du matin, dans tous les établissements industriels et notamment dans les mines, carrières et industries extractives de toute nature, (...) ».

Les enfants de sexe masculin de moins de seize ans ne peuvent être employés dans les galeries souterraines des mines, minières et carrières. Les enfants âgés de 16 à 18 ans ne peuvent être occupés aux travaux proprement dits du mineur qu'à titre d'aides ou d'apprentis.

L'article D.189-23 du Décret cité ci-dessus protège les enfants contre le port de charges extrêmement lourdes. Les enfants ne peuvent porter, traîner, ou pousser, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du lieu habituel du travail, des charges d'un poids supérieur aux suivants :

- 1) port des fardeaux :
 - garçons de 14 à 16 ans : 15 kg ;
 - garçons de 16 à 18 ans : 20 kg ;
 - filles de 14 à 16 ans : 8 kg ;
 - filles de 16 à 18 ans : 10 kg ;
- 2) transports par wagonnets circulant sur voie ferrée :
 - garçons de 14, 15, 16 ou 17 ans : 500 kg, véhicule compris ;
 - filles au-dessous de 16 ans : 150 kg, véhicule compris ;
 - filles de 16 ou 17 ans : 300 kg, véhicule compris ;
- 3) transports sur brouettes :
 - garçons de 14 à 17 ans : 40 kg, véhicule compris ;
- 4) transports sur véhicules de 3 ou 4 roues :
 - garçons de 14 à 17 ans : 60 kg, véhicule compris ;
 - filles au-dessous de 16 ans : 35 kg, véhicule compris ;
 - filles de 17 ou 18 ans : 60 kg, véhicule compris ;
- 5) transports sur charrettes à bras :
 - garçons de 14 à 17 ans : 130 kg, véhicule compris ;
- 6) transports sur tricycles porteurs :
 - garçons de 14 ou 15 ans : 50 kg, véhicule compris ;
 - garçons de 16 ou 17 ans : 75 kg, véhicule compris.

Les modes de transport énoncés sous les n° 3, 5 et 6 sont interdits aux enfants de sexe féminin.

Le transport sur diables ou cabrouets est interdit aux enfants des deux sexes.

5.3.1.6 Au Sénégal, la Constitution

Le droit à un environnement sain est un droit fondamental reconnu par la Constitution, révisée du Sénégal du 22 janvier 2001 par les articles 8 et 25-2 de la Constitution. Dans son titre II consacré aux droits et libertés fondamentaux et devoirs des citoyens, l'article 25-1 énonce que les ressources naturelles appartiennent au peuple et qu'elles sont utilisées pour l'amélioration de ses conditions de vie. Donc l'exploitation minière artisanale d'or ne doit pas aller à l'encontre de ce droit consacré par la charte fondamentale du pays et dont le peuple est le propriétaire.

5.3.1.7 Au Sénégal, la législation minière

La législation minière résulte essentiellement de la loi n° 2016-32 du 8 novembre 2016 portant Code minier, complété par le décret n° 2017-459 du 20 mars 2017 fixant les modalités d'application de la loi n° 2016-32 du 8 novembre 2016 portant Code minier. Les dispositions essentielles de ces textes et les autres textes réglementaires en rapport avec l'EMAPE d'or vont être présentés.

Le Code minier définit l'exploitation minière artisanale comme : Toute exploitation dont les activités consistent à extraire et à concentrer des substances minérales et à récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés traditionnels » (art. 1.15).

Le titre minier est une « autorisation et permis ayant trait à la prospection, à la recherche et à l'exploitation de substances minérales » (art. 1.49). Dans ce cadre, le titre VIII du Code minier traite de l'exploitation minière artisanale (art. 54-61). L'alinéa premier de l'article 54 indique que « l'activité d'exploitation artisanale est réservée aux titulaires d'une autorisation d'exploitation minière artisanale délivrée par arrêté du Ministre chargé des mines après avis du chef du service régional des mines et de la collectivité territoriale concernée ». L'autorisation est valable à l'intérieur de la collectivité territoriale où elle a été délivrée (al. 2. art. 55). Sa durée est de 5 ans avec une possibilité de renouvellement (art. 56). En principe, toutes les autorisations d'exploitation minière sont enregistrées sur un registre spécial des autorisations d'exploitation minière tenu à jour par l'administration des mines (art. 57).

Le titulaire de l'autorisation d'exploitation minière artisanale a l'obligation de payer auprès de la collectivité territoriale du lieu d'implantation du site une redevance trimestrielle à hauteur de 5 % pour l'or brut ou raffiné à l'étranger et 3,5 % pour celui raffiné au Sénégal. Ce pourcentage est calculé sur la base de la valeur marchande du produit commercialisé localement (art. 58 al. premier). Il est demandé à l'administration des mines de fournir une assistance technique aux titulaires des autorisations d'exploitation minière et aux collectivités territoriales, ainsi que la formation en matière de sécurité, d'hygiène et d'environnement et la procédure à suivre en matière en vue de l'obtention du titre minier artisanal (art. 61).

Le Code prévoit que les droits fixes d'entrée de l'autorisation d'exploitation minière artisanale sont fixés à 50 000 frs CFA (art. 74). Le taux de redevance minière de l'or brut et raffiné à l'étranger est de 5 %, tandis que le taux de redevance pour l'or raffiné au Sénégal est de 3,5 % (art. 77).

L'arrêté ministériel n° 009249/MEM/DMG du 14 juin 2013 porte organisation de l'activité d'orpaillage. L'article premier définit une telle activité comme « l'exploitation d'or et de ses minéraux associés dans les gîtes primaires, alluvionnaires ou éluvionnaires par des techniques artisanales jusqu'à une profondeur de quinze (15)

mètres » et est réservé aux personnes physiques détenant une carte d'orpailleur délivrée par l'Administration des Mines.

L'article 3 indique que la délivrance de l'autorisation d'orpaillage est réservée aux seules personnes de nationalité sénégalaise, jouissant de leurs droits civiques. La demande doit être accompagnée des documents suivants :

- Une copie légalisée de la carte nationale d'identité ;
- Un extrait de casier judiciaire ;
- Un certificat de résidence ;
- Deux photos d'identité.

L'autorisation délivrée est valable sur tous les couloirs d'orpaillage situés dans la collectivité territoriale concernée et définie par l'Administration des Mines (art. 4).

La durée de l'autorisation d'orpaillage est d'un 1 an renouvelable sous réserve du respect des droits conférés et aux obligations attachées.

L'autorisation d'orpaillage doit être enregistrée dans un registre spécial (art. 6).

Il est prévu le paiement d'une redevance d'un montant de 5000 FCFA constituant un droit fixe annuel et comprenant une carte d'orpailleur conformément à l'article 7 de l'arrêté.

Par ailleurs, l'article 8 rappelle l'obligation de respecter les normes de santé publique, de sécurité au travail, de préservation de l'environnement et de commercialisation des produits dans l'exploitation des substances minérales. Par ailleurs, l'administration chargée des mines assure la surveillance et l'assistance technique notamment dans le domaine de la recherche et de l'exploitation, de la sécurité ou de l'hygiène ainsi que sanitaires et la facilitation des procédures à suivre pour l'obtention de la carte d'orpailleur.

L'arrêté ministériel n° 2472 du 10 février 2014/MIM/DMG/bd porte définition de « couloirs d'orpaillage » affectés à l'activité d'orpaillage dans les régions de Tambacounda et de Kédougou. A cet effet, seize (16) périmètres « couloirs d'orpaillage » sont prévus :

- 07 dans la Région de Tambacounda ;
- 09 dans la Région de Kédougou.

Le Tableau 27 présente la liste de ces couloirs d'orpaillage :

Tableau 27 : Couloirs d'orpaillage dans les régions de Tambacounda et Kédougou

Région de Tambacounda	
N° de couloir	Nom du couloir
n° 1	Diabougou
n° 2	Sonkounkou
n° 3	Soreto
n° 4	Makana

n° 5	Tinkoto
n° 6	Bantanko
n° 7	Sansamba
Région de Kédougou	
n° 8	Sansamba
n° 9	Kabeta Gossan
n° 10	Baqata
n° 11	Baqata
n° 12	Gareboureya
n° 13	Satadougou
n° 14	Daorala
n° 15	Karakaena
n° 16	Bondola

L'article 3 de l'arrêté précise que l'exercice de l'activité d'orpaillage se fera dans ces couloirs conformément aux dispositions réglementaires en vigueur notamment celles organisant l'orpaillage.

Commercialisation de l'Or

L'arrêté interministériel n° 009931/MIM/MEF/ MCESI du 18 juin 2014 fixe les modalités d'ouverture et d'exploitation de comptoirs de commercialisation des métaux précieux et pierres précieuses.

L'article premier élargit le champ d'action au-delà de l'exploitation artisanale, à la petite mine et à la partie de l'exploitation industrielle destinée au marché local, et vise toute commercialisation de métaux précieux et de pierres précieuses.

L'article 2 précise que la commercialisation est exclusivement limitée à l'achat, la vente locale et à l'exportation de métaux et pierres précieux à l'état brut ou en lingot. Il est fait obligation au détenteur de l'autorisation d'orpaillage de vendre sa production à un comptoir de commercialisation de métaux et pierres précieuses régulièrement autorisé.

L'ouverture et l'exploitation de comptoirs sont soumises à déclaration auprès du Ministre chargé des mines avec fournitures notamment des renseignements suivants : NINEA, RC, STATUTS, siège social et capital social, copie de l'agrément délivré le Ministre en charge des Finances (art. 4).

Mais, pour avoir le droit de procéder à la commercialisation de l'or, la personne physique ou morale doit justifier d'un capital social d'au moins vingt (20) millions de

francs CFA et détenir le récépissé délivré par le Ministre en charge des Mines (art. 5). En outre, le gérant du comptoir doit se présenter aux autorités locales avec le récépissé avant tout démarrage d'activité (art. 7).

Pour pouvoir exploiter un service de commercialisation de l'or, il faut respecter les conditions suivantes :

- La communication de la liste des personnels employés par le Comptoir ;
- Un local avec des installations matériels conformes aux normes environnementales et sanitaires ;
- Les matériels de pesée attestés ;
- La communication de rapports trimestriels d'activité ;
- Une déclaration annuelle des opérations commerciales ;
- L'obligation du détenteur de l'autorisation d'orpaillage de vendre sa production à un comptoir de commercialisation de métaux et pierres précieuses régulièrement autorisé (art. 8 à 11).

5.3.1.8 Au Sénégal, la législation relative à l'environnement

Le Code minier a prévu des dispositions relatives à l'environnement. En effet, le titulaire de l'autorisation d'exploitation minière artisanale est tenu de respecter les dispositions environnementales (art. 58, al. 2). Ce sont les agents du Ministère des Mines assermentés qui veillent au respect des dispositions relatives à la sécurité, l'hygiène et à l'environnement dans les mines (art. 60). En effet, l'usage de mercure dans le traitement de l'or est assez répandu et ce produit est utilisé sans équipement de protection adéquat.

La réalisation d'une étude d'impact environnemental, préalable au démarrage des activités, incombe, à ses frais, à tout demandeur d'autorisation d'exploitation de petite mine. Selon l'article 102 du Code minier, Tout demandeur de permis d'exploitation minière, d'autorisation d'ouverture et d'exploitation de carrière ou d'autorisation d'exploitation de petite mine doit, préalablement au démarrage de ses activités, réaliser, à ses frais, une étude d'impact sur l'environnement et la mise en œuvre du plan de gestion environnemental, conformément au Code de l'environnement et aux décrets et arrêtés y afférents.

La législation environnementale de base est celle qui résulte de la loi n°2001-01 du 15 janvier 2001 portant Code de l'environnement (Partie législative). Le Code a pour objet d'établir les principes fondamentaux destinés à gérer, à protéger l'environnement contre toutes les formes de dégradation, afin de valoriser rationnellement l'exploitation des ressources naturelles, de lutter contre les différentes sortes de pollutions et nuisances et d'améliorer les conditions de vie des populations dans le respect de l'équilibre de leurs relations avec le milieu ambiant (art. 3). Le titre II du Code est relatif à la prévention et à la lutte contre les pollutions et nuisances et l'article 9 soumet au Code toutes les installations industrielles, artisanales qui présentent soit des dangers pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement en général. Ce qui inclut, l'EMAPE d'Or.

L'article 41 interdit l'immersion, l'incinération ou l'élimination par quelque procédé que ce soit, des déchets dans les eaux continentales. Quant aux substances chimiques nocives et dangereuses qui, en raison de leur toxicité, de leur

radioactivité, de leur pouvoir de destruction dans l'environnement ou de leur concentration dans les chaînes biologiques, présentent ou sont susceptibles de présenter un danger pour l'homme, le milieu naturel ou son environnement, elles sont soumises au contrôle et à la surveillance des services compétents (art. L 44). Le Code exige pour tout projet de développement ou activité susceptible de porter atteinte à l'environnement, de même que les politiques, les plans, les programmes, les études régionales et sectorielles une évaluation environnementale (art. L 48). L'évaluation environnementale dans le cadre de l'Étude d'Impact Environnemental (EIE) fait intervenir les différents acteurs. L'étude d'impact est établie à la charge du promoteur et soumise par lui au Ministère chargé de l'Environnement qui délivre un certificat de conformité environnementale après avis technique de la Direction de l'Environnement et des établissements classés. L'EIE comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, une description du projet, l'étude des modifications que le projet est susceptible d'engendrer et les mesures envisagées pour supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs de l'activité ainsi que le coût de celles-ci avant, pendant et après la réalisation du projet (art. L 51). Elle comprend la procédure d'audience publique (art. L 52).

L'article L 59 soumet aux dispositions du Code, les déversements, écoulements, rejets, dépôts, directs ou indirects de toute nature et plus généralement tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles ou souterraines dans la limite des eaux territoriales. Par la même occasion, sont interdits tous déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de toute nature, susceptibles des provoquer ou d'accroître la pollution des eaux continentale dans les limites territoriales (art. 63).

Concernant la pollution de l'air ou les odeurs qui incommode les populations, compromettent la santé ou la sécurité publique, nuisent à la production agricole, à la conservation des constructions et monuments ou au caractère des sites et des écosystèmes naturels, les dispositions du Code de l'environnement et de ses textes d'application s'appliquent.

Par ailleurs, l'article L 84 du Code de l'Environnement interdit les émissions de bruits susceptibles de nuire à la santé de l'homme, de constituer une gêne excessive pour le voisinage ou de porter atteinte à l'environnement. Ainsi, les personnes physiques ou morales à l'origine de ces émissions doivent mettre en œuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer. Ces différentes dispositions du Code de l'Environnement sont applicables à l'EMAPE d'Or et des peines et amendes sont prévues. Aux termes de l'article L 93 du Code de l'environnement, est punie d'une amende de 1 000 000 de F CFA à 10 000 000 de F CFA et/ou d'une peine d'emprisonnement de deux à cinq ans toute personne ayant importé, produit, détenu et/ou utilisé contrairement à la réglementation, des substances nocives et dangereuses. Dans le même sens, l'article L 96 ajoute que quiconque aura jeté, déversé ou laissé couler dans les cours d'eau directement ou indirectement des substances quelconques dont l'action ou les réactions ont détruit le poisson et toutes autres ressources halieutiques ou ont nui à leur nutrition, reproduction ou valeur alimentaire, ou que ces substances contribuent à aggraver la pollution ou à la causer est puni d'une amende de 500 000 à 2 000 000 de F CFA et d'un emprisonnement de six mois à deux ans ou de l'une de ces deux peines seulement. Ces différentes dispositions s'appliquent à ceux qui font de l'EMAPE d'Or.

L'arrêté primatorial n° 9415 en date du 6 novembre 2008, porte interdiction d'importation, de production et d'utilisation des pesticides et produits chimiques visés par la Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POP). Dans ce cadre, sont interdites l'importation, la production, l'utilisation, la détention, la vente et distribution même à titre gratuit des pesticides et produits chimiques visés par la Convention de Stockholm. Art. 2. - Les pesticides (Aldrine, Chlordane, Dieldrine, Endrine, Heptachlore, Mirex, Toxaphène et DDT) et produits chimiques (Hexachlorobenzène (HCB) et Polychlorobiphényles) visés par la Convention de Stockholm.

L'arrêté interministériel n° 7358 en date du 5 novembre 2003 fixe les conditions d'application de la norme NS 05-062 sur la pollution atmosphérique. L'article 3 de l'arrêté précise que la Direction de l'Environnement et des Établissements classés veille à ce que les installations stationnaires existantes qui ne correspondent pas aux exigences du présent arrêté soient mises aux normes. Elle édicte les dispositions nécessaires et fixe le délai de mise aux normes.

Par ailleurs, le développement non surveillé des activités de recyclage des batteries usagées contenant du plomb et l'usage du mercure notamment dans l'orpaillage, exposent les travailleurs du secteur informel et les populations vivant aux alentours des installations, à des risques sanitaires élevés, en plus des impacts négatifs sur l'environnement physique sont spécifiquement réglementés par le décret n° 2010-1281 du 16 septembre 2010. Ainsi, l'article premier du décret interdit à toute personne physique ou morale, d'importer, de collecter, de transporter, de recycler, de stocker, de manipuler, de traiter ou d'éliminer le plomb issu des batteries usagées et d'autres sources, ainsi que le mercure et ses composés, sans l'autorisation du Ministre chargé de l'Environnement.

La loi n°2018-15 du 12 novembre 2018 est relative au Code forestier. Elle répartit le domaine forestier en domaine forestier classé et en domaine forestier protégé. L'article 28 de la loi précise que « Toute occupation du domaine forestier classé par des activités extractives et industrielles notamment de carrière, fouille ou exploration, susceptibles d'altérer le sol ou les formations forestières, est soumise à autorisation préalable du Ministre chargé des Eaux et Forêts ». L'article 63 interdit toute occupation sans autorisation du domaine forestier classé par des activités extractives et industrielles notamment de carrière, fouille ou exploration, susceptibles d'altérer le sol ou les formations forestières. Ces mesures de protection sont essentielles et s'appliquent à l'EMAPE d'Or.

La Loi n° 86-04 du 24 janvier 1986 porte Code de la chasse et de la protection de la faune (Partie législative). Le Code prévoit en ses articles L 26 et s. différentes sanctions pour : quiconque est pris en flagrant délit de chasse, de poursuite, de rabattage ou de tir d'un animal sauvage, en voiture, en embarcation non encrée ou en aéronef, quiconque chasse à l'aide d'engins éclairants ou se sert de phare d'un véhicule pour éblouir un animal sauvage et le tirer ; quiconque abat ou capture des animaux non protégés sans permis ou en excédent des latitudes d'abattage ou de capture d'un permis ; quiconque abat volontairement ou capture des animaux intégralement protégés sans permis scientifique ou en excédent des latitudes d'abattage ou de capture du permis scientifique ; quiconque chasse avec des armes, des engins ou des produits prohibés, quiconque procède à des battues en utilisant le feu ; quiconque chasse volontairement dans une forêt classée ou une zone d'intérêt cynégétique non ouverte à la chasse ; quiconque chasse volontairement dans une réserve de faune, une réserve naturelle intégrale ou un parc national. Le

Code est complété par le décret n° 86-844 du 14 juillet 1986 portant Code de la chasse et de la protection de la faune (Partie réglementaire). Ce texte protège certains animaux de manière intégrale ou de manière partielle.

5.3.1.9 Au Sénégal, la législation relative à la santé et à l'hygiène

En vertu de l'article L.179 alinéa 1 du **Code du travail**, il incombe à l'employeur de contrôler régulièrement le respect des normes réglementaires de sécurité et d'hygiène, et de faire procéder périodiquement aux mesures, analyses et évaluations des conditions d'ambiances et, le cas échéant, entreprendre des mesures de protection collective ou individuelle afin de prévenir les atteintes à la sécurité et à la santé des travailleurs.

L'application stricte des consignes destinées à garantir l'hygiène et la sécurité sur les lieux du travail est une obligation des travailleurs. Tout travailleur doit immédiatement signaler à son supérieur hiérarchique direct et à l'Inspecteur de Travail et de la Sécurité sociale du ressort, toute situation dont il a motif de penser qu'elle présente un péril grave, imminent pour sa vie ou sa santé.

Un service de médecine du travail est mis en place, à la charge de l'employeur, dans l'entreprise ou à proximité de celle-ci à l'intention de tous les travailleurs. Il est destiné :

- À assurer la protection des travailleurs contre toute atteinte à la santé pouvant résulter de leur travail ou des conditions dans lesquelles celui-ci s'effectue.
- À contribuer à l'adaptation des postes, des techniques et des rythmes de travail à la physiologie humaine.
- À contribuer à l'établissement et au maintien du plus haut degré possible de bien-être physique et mental de travailleurs.
- À contribuer à l'éducation sanitaire des travailleurs pour un comportement conforme aux normes et aux consignes d'hygiène du travail.

Le décret n° 2006-1249 du 15 novembre 2006 fixe les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour les chantiers temporaires ou mobiles. Il est fait obligation au maître d'ouvrage ou au maître d'œuvre de désigner un ou plusieurs coordonnateurs en matière de sécurité et de santé pour un chantier et ils doivent veiller à ce que soit établi, préalablement à l'ouverture du chantier, un plan de sécurité et de santé (art. 3). Dans chaque chantier, il faut assurer notamment : la maintenance du chantier en bon ordre et en état de salubrité satisfaisant ; l'entretien, le contrôle avant mise en service et le contrôle périodique des installations et dispositifs afin d'éliminer les défauts susceptibles d'affecter la sécurité et la santé des travailleurs ; la délimitation et l'aménagement des zones de stockage et d'entreposage des différents matériaux, en particulier s'il s'agit de matières ou de substances dangereuses ; les conditions de l'enlèvement des matériaux dangereux utilisés ; le stockage et l'élimination ou l'évacuation des déchets et des décombres ; l'adaptation, en fonction de l'évolution du chantier, de la durée effective à consacrer aux différents types de travaux ou phases de travail (art. 9).

Il est fait obligation aux titulaires de titre minier de se soumettre aux mesures préventives édictées par l'administration compétente en matière de sécurité publique, d'hygiène et de sécurité des travailleurs, de préservation de ses gisements, des nappes d'eau souterraines, des édifices et des voies publiques. (Article 108 du Code minier).

Conformément à l'article 92 alinéa 1er du Décret n° 2017-459 du 20 mars 2017 fixant les Modalités d'application de la loi n° 2016-32 du 08 novembre 2016 portant Code Minier « Toute exploitation à ciel ouvert située dans un terrain non clos est protégée aux points dangereux par tout moyen de clôture offrant des conditions suffisantes de sûreté et de solidité ».

L'article 97 du décret susvisé prévoit les mesures de protection et de sécurité dans les galeries souterraines. En effet, « l'ouverture de tous travaux par galeries souterraines est subordonnée à l'approbation préalable par l'Administration des mines compétente, d'une consigne générale de sécurité établie par l'exploitant.

Cette consigne prévoit les dispositions nécessaires à la sécurité des ouvriers, dans l'exécution des travaux souterrains et notamment les moyens de consolidation des puits, galeries et autres excavations, la disposition et les dimensions des piliers de masse.

Cette consigne détermine en outre, s'il y a lieu, les mesures propres à assurer la sécurité du personnel dans les puits, les plans inclinés, les galeries et les chantiers de tous genres, l'utilisation des machines et câbles, les installations électriques, l'aéragé, l'éclairage, la lutte contre les incendies ».

Le démarrage et la fermeture de tous travaux d'exploitation minière sont précédés d'une déclaration préalable à l'Administration des mines compétentes, au moins deux mois avant la date présumée, afin que celle-ci prescrive à l'exploitant les mesures de sécurité publique nécessaires.

5.3.1.10 Au Sénégal, la législation relative aux enfants et aux femmes

L'article 94 du Code minier a prohibé le travail des enfants dans toutes les activités minières sous peine de retrait du titre minier. Cette interdiction est renforcée par d'autres textes.

Qu'il s'agisse des enfants et des femmes, le travail forcé ou obligatoire est interdit selon les dispositions de l'article L.4 du Code du travail. L'expression « travail forcé ou obligatoire » désigne tout travail ou service exigé d'un individu sous la menace d'une peine quelconque ou d'une sanction et pour lequel ledit individu ne s'est pas offert de plein gré.

Il est interdit d'employer les enfants âgés de moins de 18 ans à des travaux excédant leurs forces, présentant des causes de danger, ou susceptibles de blesser leur moralité. En aucun cas, les enfants ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de huit heures par jour.

L'article L 145 du Code du travail interdit le travail des enfants : « Les enfants ne peuvent être employés dans aucune entreprise, même comme apprentis, avant l'âge de quinze ans, sauf dérogation édictée par arrêté du Ministre chargé du travail, compte tenu des circonstances locales et des tâches qui peuvent leur être demandées... ».

Le Code du travail est complété par différents textes d'application parmi lesquels :

- L'arrêté ministériel n° 3749/MFPTEOP-DTSS en date du 6 juin 2003 fixant et interdisant les pires formes du travail des enfants dont l'article premier considère comme enfant, toute personne âgée de moins de 18 ans. Ainsi, il est interdit aux enfants d'exécuter un travail qui met en péril sa santé, sa sécurité ou sa moralité. Parmi ces travaux, figure le travail forcé ou la servitude des enfants ; la

prostitution ; la pédophilie ; l'utilisation, la manipulation et le transport de produits chimiques (art. 2) ;

- L'arrêté ministériel n° 3750/MFPTEOP-DTSS en date du 6 juin 2003 fixe la nature des travaux dangereux interdits aux enfants et jeunes gens. L'âge d'admission est fixé à 15 ans (art. 145 du Code du travail). Les enfants ne doivent pas porter, traîner, ou pousser des charges supérieures à certains poids :
 - 1° Port des fardeaux :
 - Garçons de 15 à 16 ans : 15 kg ;
 - Garçons de 16 à 18 ans : 20 kg ;
 - Filles de 15 à 16 ans : 8 kg ;
 - Filles de 16 à 18 ans : 10 kg ;
 - 2° Transport sur brouette
 - Garçon de 15 à 17 ans : 40 kg ;
 - Fille de 15 à 17 ans : 25 kg (art. 6).

Par ailleurs, l'article 7 précise que : « Dans les galeries souterraines des mines..., les enfants de sexe masculin âgés de de moins de seize ans ne peuvent être employés que pour les travaux les plus légers, tels que le triage et le chargement du minerai, la manœuvre et le roulage des wagonnets dans les limites de poids déterminées à l'article 6 ci-dessus, et à la garde ou à la manœuvre des postes d'aération » ;

- L'arrêté ministériel n° 3751/MFPTEOP-DTSS en date du 6 juin 2003 fixe les catégories d'entreprises et travaux interdits aux enfants et jeunes gens ainsi que l'âge limite auquel s'applique l'interdiction. A cet effet, il est interdit aux enfants d'être dans des établissements ou unités artisanales où l'acide sulfurique est fabriqué, où l'affinage d'or est effectué par les acides (dangers d'accidents...).

Par conséquent, tous les travaux listés doivent être interdits aux enfants dans l'EMAPE d'Or.

La loi n° 2005-06 du 10 mai 2005 est relative à la lutte contre la traite des personnes et pratiques assimilées et à la protection des victimes. Cette loi intègre dans la définition de la traite des personnes, la menace ou le recours à la violence, l'abus d'autorité ou de situation de vulnérabilité ou par l'offre ou l'acceptation de paiement d'avantages pour obtenir le consentement d'une personne ayant l'autorité sur une autre, notamment aux fins d'exploitation sexuelle, de travail ou de services forcés.

Concernant les femmes, il est interdit d'employer des femmes enceintes à des travaux excédant leurs forces, présentant des causes de dangers ou qui sont susceptibles de heurter leur sensibilité. Dans les établissements industriels et commerciaux, les femmes ne peuvent être employées à un travail effectif de plus de dix heures par jour, coupés par un ou plusieurs repos dont la durée ne peut être inférieure à une heure. Il est interdit de les employer à la visite, au graissage, au nettoyage ou à la réparation des machines ou mécanismes en marche, ou dans les locaux où se trouvent des machines actionnées à la main ou par un moteur mécanique dont les parties dangereuses ne sont pas recouvertes d'un dispositif protecteur approprié. Ces dispositions doivent être respectées dans le cadre de l'EMAPE d'Or.

Aucune femme, ni aucun enfant ne peut être maintenu à un travail excédant ses forces. L'inspecteur du travail et de la sécurité sociale peut demander un examen médical des femmes et des enfants auprès d'un médecin agréé pour vérifier cette exigence. Cette réquisition est de droit à la demande des intéressés (Article L.146 du Code du travail).

Dans les usines, mines, carrières et autres établissements et de leurs dépendances, les femmes ne peuvent être employées à aucun travail de nuit. De même elles ne peuvent être employées dans ces établissements les jours de fêtes reconnues et légales même pour rangement d'ateliers et l'article 9 de l'Arrêté général n° 5254 I.G.T.L.S./A.O.F du 19 juillet 1954 relatif au travail des femmes et des femmes enceintes interdit formellement d'employer les femmes aux travaux souterrains des mines et carrières.

Concernant les femmes, elles sont confrontées à des risques sanitaires dans les deux pays, en raison notamment du manque d'équipement de protection lors de l'utilisation du mercure pendant la phase de lavage du minerai. En effet, l'exposition à ce produit chimique engendre des conséquences néfastes et les dommages sont particulièrement graves pour les femmes enceintes du fait des effets neurotoxiques dangereux pour le développement du fœtus.

5.3.2 Analyse des réglementations en vigueur encadrant les activités d'orpaillage

Il ressort de la présentation des textes encadrant l'exploitation minière artisanale d'or au Mali et au Sénégal que des droits et des obligations sont reconnus aux titulaires des titres desdites exploitations. A cet effet ils ont des obligations vis-à-vis de leur personnel, des populations riveraines de leur périmètre d'exploitation, de l'Administration des mines, de l'Administration fiscale et douanière et des autorités des collectivités décentralisées. Ils ont en outre des responsabilités en matière de préservation de l'environnement, des ressources en eau, des aires protégées et de protection de la faune, de la flore et des habitats naturels. Ils sont également tenus à une obligation de réhabilitation ou de remise à l'état des carrières artisanales une fois que celles-ci ont fait l'objet de fermeture avec la délivrance d'un quitus environnemental, spécifiquement pour le Mali.

Les textes protègent certaines catégories de personnes des dangers et risques liés à l'exploitation minière artisanale. C'est le cas des femmes, des enfants et des jeunes filles qui ne peuvent être employés à des activités d'exploitation minière en raison soit de leur âge, soit de la nature des activités en tant que telle.

Les normes sanitaires, d'hygiène et de sécurité ont une bonne place dans les opérations d'orpaillage, même s'ils sont éparpillés dans divers textes à caractère législatif et réglementaire.

A ce jour, notons que ces textes nationaux du Mali et du Sénégal traduisent le respect des engagements de ces deux pays pour le respect des droits des femmes et des enfants, des normes internationales relatives à l'environnement, à la santé et à l'hygiène dans l'EMAPE d'Or.

A la lumière des recherches menées, il est aussi à constater qu'il est nécessaire de prévoir une réglementation plus autonome des activités d'orpaillage. En effet, l'encadrement juridique de l'orpaillage doit être développé. Il est aussi nécessaire

d'appliquer la réglementation en vigueur, dans la mesure où les orpailleurs interviennent beaucoup dans le secteur informel.

5.4 Analyses du cadre institutionnel du Sénégal, du Mali et affectant ces deux pays

5.4.1 L'analyse des missions, des fonctions et des responsabilités des différentes institutions

L'analyse des missions, des fonctions et des responsabilités des différentes institutions indique qu'aussi bien au Mali qu'au Sénégal, le Ministère en charge des Mines est l'institution de base, à côté d'autres structures.

5.4.1.1 Mali

Le décret n° 2021-0475/PM-RM du 26 juillet 2021 porte répartition des services publics entre la Primature et les départements ministériels. Dans ce cadre le Ministère, des Mines de l'Energie et de l'Eau comprend notamment une Direction Nationale de la Géologie et des Mines et la Chambre des Mines du Mali comme organisme spécialisé.

Les attributions spécifiques des membres du Gouvernement sont fixées par le décret n° 2021-0474/PR-RM du 26 juillet 2021 dont l'article 13 traite du Ministre des Mines, de l'Energie et de l'Eau. Ce dernier prépare et met en œuvre notamment la politique nationale en matière de recherche, d'exploitation et de valorisation des Ressources minérales. A ce titre, il a l'initiative et la responsabilité des actions suivantes : le développement et le suivi des sociétés et industries minières et le renforcement de leur compétitivité et de leur contribution au développement économique et social du pays ; l'élaboration et le contrôle de l'application des règles en matière de recherche, d'implantation et d'exploitation des mines ; la mise en place d'une industrie minière par le développement de toutes les fonctions du secteur ; l'encadrement de l'artisanat minier ; l'élaboration et le contrôle de l'application des règles applicables en matière d'exploitation et de gestion des ressources énergétiques et hydrauliques ; la réalisation d'études de travaux d'aménagement des cours d'eau.

Le Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement durable du Mali prépare et met en œuvre la politique nationale dans les domaines de l'Environnement

et de l' Assainissement et veille à la prise en compte des questions de Développement durable

Il est notamment responsable de la prévention, la réduction ou la suppression des pollutions et nuisances, l'élaboration et le suivi de l'application de la législation relative aux pollutions et nuisances (Décret n° 2021-04-74/PT-RM du 26 juillet 2021 fixant les attributions spécifiques des membres du Gouvernement). Le Ministère s'appuie, à cet égard, sur la Direction nationale de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances (DNACPN).

Au Mali, les entités décentralisées jouent un rôle important en matière d'EMAPE d'Or. En effet, le décret n° 2017-0555/P-RM du 29 juin 2017 fixe le détail des compétences transférées de l'État aux collectivités territoriales dans le domaine des mines. Ces collectivités territoriales sont la commune, le cercle et la région. Selon les dispositions de l'article 2 dudit décret, la commune exerce les compétences

suivantes en matière d'exploitation artisanale traditionnelle des ressources minières :

- L'élaboration et le suivi de la mise en œuvre des plans d'exploitation des couloirs d'exploitation artisanale des substances de mines situées dans la Commune ;
- L'organisation des exploitations artisanales des ressources minières ;
- L'instruction des dossiers de demande et la délivrance des autorisations d'ouverture d'exploitation artisanale traditionnelle des ressources minières, après avis de l'Administration chargée des mines ;
- Le suivi régulier du registre de production d'exploitation artisanale minière par couloir ;
- Le suivi régulier du registre de vente ;
- Le suivi régulier du registre d'avancement des travaux ;
- La mise en place d'un répertoire communal des exploitations artisanales des substances de mines et des exploitants artisanaux ;
- Le domaine de l'artisanat minier ;
- Le renforcement des capacités des exploitants miniers artisanaux ;
- Le suivi et le contrôle de l'exploitation artisanale des substances de mines ;
- L'élaboration et la mise en œuvre du plan de fermeture des sites d'exploitation artisanale des ressources minières ;
- La sécurisation de l'exploitation artisanale traditionnelle des substances de mines.

Quant au Cercle, il exerce les compétences suivantes :

- La mise en place d'un répertoire des sites d'exploitations artisanales des ressources minières et des exploitants artisanaux du Cercle ;
- Le suivi des plans de développement de l'exploitation des couloirs d'exploitation artisanale des substances de mines ;
- La mise à disposition d'informations statistiques dans le domaine de l'artisanat minier ;
- Le renforcement des capacités des exploitants des sites d'exploitation artisanale traditionnelle minière.

Aux termes de l'article 4 du décret, la Région exerce les compétences suivantes :

- La mise en place d'un répertoire des sites d'exploitations artisanales des ressources minières et des exploitants artisanaux de la Région ;
- Le suivi des plans de développement de l'exploitation des couloirs d'exploitation artisanale des substances de mines ;
- La mise à disposition d'informations statistiques dans le domaine de l'artisanat minier ;
- Le renforcement des capacités des exploitants des sites d'exploitation artisanale traditionnelle minière.

Enfin, le conseil du district de Bamako exerce les compétences suivantes :

- La mise en place d'un répertoire des sites d'exploitations artisanales des ressources minières et des exploitants artisanaux du District ;

- Le suivi des plans de développement de l'exploitation des couloirs d'exploitation artisanale des substances de mines ;
- La mise à disposition d'informations statistiques dans le domaine de l'artisanat minier;
- Le renforcement des capacités des exploitants des sites d'exploitation artisanale traditionnelle minière.

La Chambre des Mines du Mali est une institution consulaire relevant du ministère chargé des Mines. Son rôle principal est de représenter les personnes physiques et morales engagées dans les différentes branches professionnelles des activités minières. La Chambre des Mines du Mali a été créée par l'Ordonnance n° 2018-021/P-RM du 08 août 2018. Le décret n° 2018-0656/P-RM du 08 août 2018 fixe l'organisation et les modalités de fonctionnement de la Chambre des Mines du Mali. Aux termes de son article 2, sont notamment membres de la Chambre des Mines du Mali, les sous-traitants miniers et toutes personnes physiques ou morales se livrant habituellement à des activités minières et inscrites au registre de la Chambre des Mines du Mali. Les organes de la chambre des Mines sont l'assemblée consulaire, dont les membres sont répartis entre les secteurs de l'activité minière. Parmi les activités minières, le secteur de l'artisanat minier est prévu (art. 5). Par conséquent, les orpailleurs de la Falémé se livrant à des activités minières doivent être membres de la Chambre des Mines du Mali.

Le registre de la Chambre des Mines du Mali fixe un montant de 2 500 000 Frs CFA pour les sociétés minières titulaires d'autorisation d'exploitation de petite mine et un montant de 5 000 Frs CFA pour les artisans individuels exerçant l'extraction traditionnelle d'or ou d'autres substances minérales (Arrêté n° 2020-1015/MMP-SG du 17 mars 2020 fixant les montant des frais d'enregistrement sur la chambre des Mines du Mali ; arrêté n° 2020-1016/MMP-SG du 17 mars 2020 déterminant les modalités d'inscription sur le registre de la Chambre des mines du Mali).

Le décret n° 2011-107/PM-RM du 11 mars 2011 porte création du Comité national changements climatiques du Mali. La Direction de la Géologie et des Mines est membre de ce Comité. Le Comité est organisé par l'arrêté n° 2014-0230/MEA-SG du 31 janvier 2014. Il comprend notamment, un Groupe thématique, atténuation, réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la déforestation.

L'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) est une coalition de pays, d'entreprises du secteur extractif, de bailleurs de fonds et d'organisations de la société civile, qui vise à faire de l'industrie minière un instrument efficace de lutte contre la pauvreté par une gestion transparente des ressources extractives. C'est le décret n° 2016-0520/PM-RM du 22 juillet 2016 qui fixe le cadre institutionnel de l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives (ITIE) au Mali. Ce dernier est notamment chargé de proposer au Gouvernement toutes réformes visant à améliorer la transparence et la bonne gouvernance des industries extractives (art. 6). L'ITIE Mali comprend notamment :

- Trois représentants du ministère chargé des Mines ;
- Un représentant par entreprise minière en phase d'exploitation ;
- Cinq représentants des organisations de la Société Civile évoluant dans le secteur extractif ;
- Un représentant de la Chambre des Mines.

Le nouveau décret n° 2019-0006/PM-RM du 10 janvier 2019 porte création, organisation et modalités de fonctionnement des organes de mise en œuvre de l'Initiative pour la Transparence des Industries Extractives au Mali (ITIE-Mali). Le cadre institutionnel prévoit un Comité de Supervision, un Comité de Pilotage et un Secrétariat Permanent. Le Ministre chargé des Mines est naturellement membre du Comité de Supervision, ainsi que le Ministre chargé de l'Environnement, sans oublier le président de la chambre des Mines. Le Comité de Pilotage est un cadre de concertation entre l'État, les entreprises du secteur extractif et la société civile. Quant au comité de Pilotage, c'est un organe à composition tripartite comprenant l'administration publique, les sociétés extractives et la société civile.

Les orpailleurs se sont aussi organisés en faïtières pour défendre leurs intérêts, notamment dans le cadre de :

- La Fédération Nationale des Orpailleurs du Mali (FNOM) ;
- L'Union des Comptoirs et Raffinerie d'Or du Mali (UCROM) ;
- L'Association des Comptoirs et Collecteurs d'or (ACCOR) ;
- L'Association des Femmes Minières du Mali (AFEMINE) ;
- La Fédération des Femmes Minières du Mali (FEMIMA) ;
- La Confédération Nationale des Sociétés Coopératives des Orpailleurs du Mali (CNSCOM-COOP-CA).

La FNOM regroupe l'ensemble des orpailleurs du Mali, à travers l'adhésion de plus de 48 associations d'orpailleurs, et a pour but de défendre leurs intérêts. L'UCROM regroupe les comptoirs d'achat d'or et les raffineries. Au Mali, il y a deux raffineries d'or : Kankou Moussa et Marina Gold. Créée il y a 4 ans, l'UCROM regroupe 60 comptoirs d'achat d'or. Le bureau est composé de 47 membres et dispose d'un récépissé et de statuts. Depuis sa création, la FEMIMA a mis en place un plan d'action pour la période 2015-2017 et a réalisé une étude sur le secteur de l'EMAPE d'or. La FEMIMA compte 21 coopératives et deux unions, et est membre de l'Association des Femmes Minières de la WIMOWA (en anglais, Women in Mining in West Africa). WIMOWA dispose d'un permis d'exploitation minière.

Au niveau de l'organisation des sites, on trouve les chefs de village, les chefs de site, les imams et les tombolomas (une forme de police des mines officieuse mobilisée par le propriétaire d'un site), les propriétaires de puits et les financiers. Ces acteurs sont chargés de l'administration et de la gestion des sites. Au niveau opérationnel, les mines sont dirigées par des chefs d'équipe, assistés parfois d'un secrétaire. Il y a aussi les creuseurs, les tireurs de cordes, les « souteneurs » (terme local utilisé pour désigner le manutentionnaire de minerai) et les forgerons.

L'analyse du cadre institutionnel de l'EMPAE d'Or au Mali fait ressortir l'existence de différentes structures impliquées dans la mise en œuvre des textes dont les responsabilités ont été clairement définies. Toutefois, si la mise en œuvre des textes fait parfois beaucoup défaut, on note les contraintes suivantes : le secteur est mal ou pas du tout contrôlé. par l'Etat, les différents acteurs qui sont censés gérer le secteur ne le maîtrisent pas et la Direction de la Géologie et des Mines n'est pas représentée dans les grands cercles de production. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de mettre en place des bureaux des mines et de la géologie dans les cercles où l'or est produit, amener les mairies à jouer pleinement leur rôle, conformément aux textes relatifs à la gestion de l'activité d'orpaillage et il est nécessaire aussi que les chambres consulaires puissent assurer leur rôle dans la

supervision du secteur. Ces différentes propositions institutionnelles ont été reprises du Plan d'Action national de Lutte contre l'utilisation du mercure et elles ont été enrichies (PAN, p. 27).

5.4.1.2 Sénégal

Le décret n°2020-2202 du 11 novembre 2020 est relatif aux attributions du Ministre des Mines et de la Géologie. Ce dernier, sous l'autorité du Président de la République, prépare et met en œuvre la politique définie par le Chef de l'État dans les domaines des mines et de la géologie.

A ce titre, il :

- Assure la gestion et à la conservation du patrimoine minier et participe à l'étude des projets de mise en valeur et de développement de ce patrimoine ;
- Veille à la sauvegarde des sites géologiques et minéralogiques. Il est chargé, en particulier, de la gestion des domaines miniers et de la tenue à jour de l'inventaire des ressources nationales en minerais et en combustibles solides ;
- Participe à la mise au point des dispositions relatives à la restructuration, à la reconversion et à l'organisation des entreprises minières et du secteur minier dans son ensemble ;
- Élabore et applique la législation et la réglementation relatives, à l'exploitation, à la valorisation des substances minérales, des eaux thermo-minérales naturelles, des substances dites utiles et des roches ornementales ; suit les activités y afférentes ainsi que l'évolution des marchés et des prix des métaux et des substances minérales et participe à la définition de la politique commerciale minière ;
- Veille à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs dans le secteur minier ;
- Promeut et assure le contrôle des activités de prospection et d'exploitation minière et géologiques.

Le Ministère des Mines et de la Géologie est organisé par le décret n° 2021-623 du 17 mai 2021. Le Ministère comprend notamment une cellule du Genre et de l'Équité qui a notamment pour mission d'intégrer la prise en compte de la dimension genre dans la politique sectorielle, les programmes et les projets de développement (art. 16). Elle comprend aussi une Direction générale des Mines chargée notamment de promouvoir les projets miniers et les activités relatives à la recherche et à l'exploitation des substances minérales et de suivre les impacts sociaux, environnementaux et juridiques des projets miniers. La Direction Générale comprend notamment la Direction de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle (DEMAPE).

La DEMAPE :

- Est chargée de l'encadrement et de la promotion des exploitations minières artisanales et semi-mécanisées ;
- Élabore et fait appliquer les stratégies de développement et de promotion des exploitations artisanales et semi-mécanisées ;
- Émet des avis techniques sur les dossiers d'octroi et de renouvellement des autorisations d'exploitation minière artisanale et à petite échelle ;

- Identifie les projets et promoteurs dans le domaine des exploitations artisanales et semi-mécanisées ;
- Veille à la protection, à la restauration de l'environnement des sites artisanaux et semi-mécanisés ;
- Veille à l'application des règles de sécurité et d'hygiène dans les exploitations artisanales et semi-mécanisées, notamment celles relatives à l'utilisation des substances explosives et produits chimiques nocifs ou dangereux ;
- Veille au bon fonctionnement de l'organisation administrative et technique du sous-secteur de l'artisanat ;
- Encadre et supervise les activités des exploitations artisanales ;
- Gère les équipements et les produits chimiques dangereux utilisés dans les exploitations minières artisanales ;
- Forme les opérateurs des mines artisanales et semi-mécanisées ;
- Aide à la création d'ateliers de fabrication de petits équipements et de certains instruments de production simples déjà éprouvés ;
- Assure le suivi des exploitations artisanales et semi-mécanisées ; veille au respect du programme de travail, des règles de sécurité, d'hygiène et de santé au travail dans les exploitations artisanales ;
- Contribue à la collecte des statistiques sur l'exploitation minière artisanale ;
- Veille à l'approvisionnement des comptoirs d'achat et à la gestion des cartes d'orpailleur ;
- Contribue au suivi de l'exécution des agréments de comptoirs de métaux précieux (art. 26).

La DEMAPE comprend :

- La Division de Gestion de l'encadrement et de la Promotion de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle ;
- La Division du Suivi des programmes et de la Documentation.

L'article L 45 du Code de l'environnement a prévu une Commission nationale de gestion des produits chimiques (CNGPC) qui a pour tâche de contrôler et de surveiller l'importation, l'utilisation et les mouvements des substances chimiques nocives et dangereuses. L'arrêté ministériel n° 852 en date du 8 février 2002 porte création de la CNGPC. Dans sa composition, la Commission comprend, notamment, le Président du Syndicat des Professionnels de l'Industrie et des Mines du Sénégal. Pour exercer convenablement sa mission, la Commission s'appuie sur un Secrétariat Permanent afin de :

- Établir et diffuser la liste des produits chimiques et des matières actives autorisées, et celle des produits d'emploi interdits ou d'utilisation limitée ;
- Établir et diffuser la liste des personnes morales et physiques, publiques et privées, autorisées à effectuer les contrôles de qualité selon des modalités qui seront fixées par arrêté conjoint des Ministres chargés de la Santé, de l'Agriculture, de l'Élevage, de l'Environnement et de la Normalisation ;

- Examiner les demandes d'autorisation de diffusion des supports publicitaires relatifs aux substances chimiques nocives et dangereuses ;
- Élaborer et promouvoir des programmes d'information, de sensibilisation et de formation à l'utilisation et/ou la manipulation des produits chimiques ;
- S'informer et informer des problèmes rencontrés dans l'utilisation d'un produit déjà autorisé ou homologué.

Ainsi, les substances chimiques nocives et dangereuses fabriquées, importées ou mises en vente en infraction aux dispositions de la présente loi doivent être saisies par des agents habilités en matière de répression des fraudes qui sont les agents assermentés des services compétents. Beaucoup de substances chimiques sont utilisées dans l'EMAPE d'Or.

Le décret n° 2020-1711 du 10 septembre 2020 fixe les modalités d'alimentation, d'opération et de fonctionnement du Fonds d'appui au secteur minier. Ce fonds est institué par l'article 114 du Code minier qui est alimenté par 20% de recettes provenant des opérations minières. Ce fonds est alimenté notamment par la redevance minière, la redevance superficielle et les revenus exceptionnels tirés de l'exploitation minière (art. 2). Les ressources du fonds permettent de couvrir les dépenses liées notamment à la recherche, la promotion minière, la compilation des données minières, la cartographie, l'inventaire minier, le contrôle et la surveillance des activités régies par le Code minier et la réalisation d'études se rapportant au secteur des mines (art.6). Les dépenses liées à la recherche sur l'orpaillage, la compilation des données sur l'orpaillage artisanal, la cartographie des sites d'orpaillage, l'inventaire minier artisanal, le contrôle et la surveillance des activités d'orpaillage artisanal et la réalisation d'études sur l'orpaillage peuvent être financées par ce fonds.

La Chambre des Mines du Sénégal (CMDS) est une association créée le 5 juin 2013. Il s'agit d'un maillon essentiel de l'industrie minière au Sénégal. Elle comprend une vingtaine de membres et elle a pour objet principal la promotion et la protection des investissements miniers au Sénégal. La CMDS a le statut d'association et elle a été créée suite à l'Assemblée Générale Constitutive du 5 juin 2013. Peut devenir membre de la CMDS toute personne physique ou morale titulaire notamment d'une autorisation d'exploitation artisanale ou représentant d'associations ou de coopératives de détenteurs d'autorisations d'exploitation artisanale. Les membres titulaires du groupe D sont les détenteurs d'une autorisation d'exploitation artisanale ou représentants d'associations et/ou coopératives de détenteurs d'autorisation d'exploitation artisanale (art. 3 du Règlement Intérieur de la CMDS). Les membres de la catégorie D payent des droits d'adhésion d'un montant de 1 000 000 de Frs et une cotisation annuelle de 2 000 000 de Frs.

5.4.2 Évaluation des manquements, chevauchements et contraintes entravant une bonne gestion de cette activité

L'extraction artisanale de l'or et sa commercialisation génère beaucoup d'emplois et est la principale source de subsistance pour la plupart des habitants des zones minières du Mali et du Sénégal. L'orpaillage attire ainsi de plus en plus de populations dans les zones aurifères du Sud et de l'Ouest du Mali et au Sud du Sénégal, où cette activité s'est modernisée avec une certaine mécanisation de la production et l'utilisation de produits chimiques.

Les législations maliennes et sénégalaises organisent progressivement l'orpaillage. Ce qui constitue une avancée notable, même si la mise en œuvre des textes pose certaines difficultés. Avec, le Code minier en vigueur, le Mali essaye de mettre en place un mécanisme essayant de prendre en compte de manière équitable les intérêts des opérateurs industriels avec ceux des orpailleurs.

En matière de décentralisation des activités minières, les textes du Mali sont plus précis.

Par ailleurs, les législations des deux pays prennent en compte les droits des femmes, mais on se rend compte qu'elles sont peu visibles dans le sous-secteur artisanal au Mali et qu'elles manquent d'appui, de formation et d'information. Concernant les enfants, ils sont protégés par la législation, même si on constate qu'ils sont encore très nombreux dans les sites d'orpaillage. Ce qui a un impact considérable sur leur santé et scolarité.

Les contraintes du sous-secteur de l'orpaillage sont les suivants :

- L'amélioration de l'organisation de l'orpaillage avec une formalisation plus importante ;
- Le renforcement de la gestion de l'orpaillage au niveau économique, social, sanitaire, sécuritaire et environnemental ;
- L'amélioration des techniques de production par l'utilisation d'outils modernes d'extraction et de traitement du minerai afin d'augmenter la productivité de l'orpaillage et ses retombées, tout en respectant l'environnement ;
- La réhabilitation des sites miniers artisanaux ;
- Le renforcement du contrôle des circuits de commercialisation de l'or ;
- Une meilleure prise en compte des groupes vulnérables dans l'orpaillage ;
- L'amélioration du contrôle et du suivi des pratiques d'orpaillage, notamment avec l'utilisation du mercure ;
- La mise en œuvre du Plan d'Action national sur le mercure ;
- La diversification des activités dans les sites d'orpaillage ;
- Prévoir des centres de santé à côté des sites d'EMAPE d'or ;
- Proposer la mise en œuvre d'une politique de discrimination positive pour faciliter l'accès des femmes au foncier minier. Ce qui devrait contribuer à réduire leur vulnérabilité économique et faciliterait leur implication dans la gouvernance du secteur 36 ;
- La nécessité de mieux harmoniser les législations sectorielles par rapport à l'EMAPE d'or.

36 <https://issafrica.org/fr/iss-today/lor-ne-brille-pas-pour-les-femmes-dans-les-mines-du-senegal-et-du-mali>

6 BIBLIOGRAPHIE

6.1 Bibliographie scientifique

AFFESSI A. S., GNAMIEN J.-C., K. K., & MOUSSA, S., 2016 : Impacts Sociaux Et Environnementaux De L'orpaillage Sur Les Populations De La Région Du Bounkani (Cote D'ivoire). *European Scientific Journal, ESJ*, 12(26), 288. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n26p288>

AGEFORE, 2004 : Etude d'Inventaire des Ressources de la Biodiversité de l'Aire Transfrontalière du Bafing – Falémé – 2^{ème} phase Tome I Zone de Gale – Limicole. Rapport final AGEFORE avril 2004, 83 p.

ANSD, 2005 : Situation économique régionale de Tambacounda édition 2005 ; Service régional de la statistique et de la démographie de Tambacounda., p 53.

ANSD, 2018, Rapport de l'étude monographique sur l'orpaillage au Sénégal, Ministère de l'Economie et des Finances, République du Sénégal, 48 p.

AGC, 2020, Chemical hazards in the artisanal gold sector. Impacts of mercury, cyanide and silica dust on human health and environment. Artisanal Gold Council. Canada. Artisanalgold.org.

ARYEE B.N., NTIBERY B.K., ATORKUI E., 2003 : Trends in the small-scale mining of precious minerals in Ghana: A perspective on its environmental impact. *J. Clean. Prod.* ;11:131–140.

Ba Daouda, 2019, Contribution à l'étude d'impact des activités aurifères sur la qualité de l'eau de la Falémé, Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Université de Thiès, Sénégal, 79 p.

BANCHIRIGAH S.M., HILSON G.M., 2009 : De-agrarianization, re-agrarianization and local economic development: Re-orientating livelihoods in African artisanal mining communities. *Policy Sci.*; 43:157–180.

Bassot J. P., 1963: Etude géologique du Sénégal oriental de ses confins guinéo-maliens Thèse Scie., Clermont-Ferrand, 1963. B.R.G.M. no 40 I 1966, 322 p.

BASSOT J P., 1966 : Etudes géologiques du Sénégal oriental et ses confins Guinée Maliens. Dakar, DMG, BRGM, 322 p.

- BASSOT J.P., 1969 : Aperçu sur les formations précambriennes et paléozoïques du Sénégal Oriental. *Bull. Soc. Géol. Fr. Série 7*, n°11, pp. 160-169.
- BASU, N.; CLARKE, E.; GREEN, A.; LONG, R.; CALYS-TAGOE, B.; CHAN, L.H.M.; DZODZOMENYO, M.; FOBIL, J.N.; NEITZEL, R.L.; OBIRI, S.; ODEI, E.; OVADJE, L.; RAJAE, M.; QUANSAH, R.; WILSON, M.L., 2015 : Integrated assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Ghana—Part 1: Human health review. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.*, 12, 5143–5176.
- BERKOFF J., 1994: A strategy for Managing Water in the Middle East and North Africa, The World Bank, Washington, D.C, 72 p.
- Boeglin J.L. et Probst J.L., 1996, Transports fluviaux de matières dissoutes et particulaires sur un bassin versant en région tropicale: le bassin amont du Niger au cours de la période 1990-1993, *Sci.Geol.Bull.* 49, I-4, p.25-45.
- Bokar H., Mariko A., Tratore A.Z., Bamba F., Seguis L., Tratore A.N., Fofana M., 2011, Overview of the hydrochemistry and water quality in areas influenced by gold mining activities in West and South Birrimian of Mali, *IGCP/SIDA Project 594*, Inaugural Workshop, Kitwe, Zambia, 2011, © Czech Geological Survey, ISBN 978-80-7075-119-0
- Bravard J.P. et Petit F., 2000 : Les cours d'eaux, Dynamique du système fluvial Armand.
- BRITTINGHAM M.C., MALONEY K.O., HARPER D.D., BOWEN Z.H., 2014 : Ecological risks of shale oil and gas development to wildlife, aquatic resources and their habitats. *Environ. Sci. Technol.* ;48:11034–11047.
- DIARRA H.B., 2014, Designing a treatment system for the underground effluent at Loulo Gold Mine (Mali, West Africa), These Delft University of Technology, The Netherlands, 143p.
- COLLIN deuxième édition, Paris, 222 p.
- Charnay B., 2010 : Pour une gestion intégrée des ressources en eau sur un territoire de Montagne : le cas du bassin versant du Giffre, Soutenue le 26 mars 2010, Thèse de Doctorat de Géographie, Université de Savoie (E.D. SISEO), 504 p.
- Cudennec C., 2005 : Transfert versus mutualisation des coûts et des risques d'amont en aval – Apports des notions hydrologiques d'échelle, structure, émergence et impact, UMR G-EAU, IRD, Tunis, 11 p.
- DEPEW D.C., BASU N., BURGESS N.M., CAMPBELL L.M., DEVLIN E.W., DREVNICK P.E., HAMMERSCHMIDT C.R., MURPHY C.A., SANDHEINRICH M.B., WIENER J.G., 2012 : Toxicity of dietary methylmercury to fish: Derivation of ecologically meaningful threshold concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.*;31:1536–1547. doi: 10.1002/etc.1859
- Dia N., 2006 : Activités minières et culture cotonnière : l'exemple de la mine d'or de Sabodala au Sud-est du Sénégal, mémoire de maîtrise de géographie, UGB/Saint-Louis, 91 p.
- Dione O, 1996 : Evolution climatique récente et dynamique fluviale dans les hauts bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Thèse de doctorat, université Lyon 3 Jean Moulin, 477 p.

- Diouf S., 1999 : Hydrogéologie en zone de socle cristallin et cristallophyllien du Sénégal oriental : application de la méthode électrique 1D et 2D à la localisation et à la caractérisation des aquifères du batholite de Saraya et ses environs. Dakar : ORSTOM, multigr. Th. : Géol. Appliquée, UCAD, Dakar, 158 p.
- DJIBRILLA A. M., 2017 : Analyse des impacts environnementaux et socio-économiques liés à l'exploitation minière de l'or dans le Liptako nigérien : approche méthodologique et mesures d'atténuation. Thèse, 267.
- DOUCOURE, B., 2015a, *De Bantako aux autres villages aurifères : des similitudes multiples*. 121– 162.
- DOUCOURE, B., 2015b, *Des pierres dans les mortiers et non du maïs! Mutations dans les villages aurifères du sud-est du Sénégal*. 188 p(Dakar, CODESRIA), 45–120.
- Faye C., 2013 : Évaluation et gestion intégrée des ressources en eau dans un contexte de variabilité hydroclimatique : cas du bassin versant de la Falémé. Thèse de Doctorat, UCAD, FLSH, Département de Géographie, 309 p.
- Faye C. (2017) Variabilité et tendances observées sur les débits moyens mensuels, saisonniers et annuels dans le bassin de la Falémé (Sénégal), *Hydrological Sciences Journal*, 62:2, 259-269, DOI: 10.1080/02626667.2014.990967
- Fond Français pour l'Environnement Mondial, 2005 : Gestion intégrée des zones côtières et des bassins fluviaux, Définition d'un cadre conceptuel et de critère d'évaluation des projets « Eaux Internationales du FFEM », 76 p.
- Furness R.W., Thompson D.R and Walsh P.M., 1990. Evidence from biological samples for historical changes in global metal pollution. In: heavy metals in the marine environment. Furness R.W. and Rainbow P.S. eds, CRC Press, Boca Raton, 219-225.
- GAJIGO O., MUTAMBATSERE E., NDIAYE G., 2012 : Gold Mining in Africa: Maximizing Economic Returns for Countries, Working Paper Series N° 147, African Development Bank, Tunis, Tunisia.
- GARVIN T., MCGEE T.K., SMOYER-TOMIC K.E., AUBYNN E.A., 2009 : Community-company relations in gold mining in Ghana. *J. Environ. Manage.* ;90:571–586.
- Gerson J.R., Driscoll C.T., Hsu-Kim H., Bernhardt E., 2018, Senegalese artisanal gold mining leads to elevated total mercury and methylmercury concentrations in soils, sediments and rivers, *Elem. Sci. Anth*, 6:11. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.274>
- GOH D., 2016 : L'exploitation Artisanale De L'or En Côte D'ivoire : La Persistance D'une Activité Illégale. *European Scientific Journal*, vol.12, No.3, 16-36. [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n3p18](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n3p18).
- Greig I, 2006 : Le Sénégal oriental à l'aube du développement minier : quels enjeux pour les collectivités locales ? Mémoire de Master Lettres arts sciences humaines et sociales, Ecole Normale Supérieure de Lettres et Sciences Humaines de Lyon (France), 60 p.
- HANNA D.E.L., SOLOMON C., POSTE A.E., BUCK D.G., CHAPMAN L.J., 2014 : A review of mercury concentrations in freshwater fishes of Africa: Patterns and predictors. *Environ. Toxicol. Chem.*;34:215–223. doi: 10.1002/etc.2818.

HAYFORD E.K., AMIN A., OSAE E.K., KUTU J., 2008 : Impact of gold mining on soil and some staple foods collected from selected mining communities in and around Tarkwa-Prestea Area. *West African J. Appl. Ecol.*; 14:1–12.

Hebert, C. (1993). NTP Technical Report on Toxicity studies of Sodium Cyanide.

HILSON, G.M., 2002 : Harvesting mineral riches: 1000 years of gold mining in Ghana. *Resour. Policy*, 28, 13–26.

HILSON G., PARDIE S., 2006 : Mercury: An agent of poverty in Ghana's small-scale gold-mining sector? *Resour. Policy.*; 31:106–116. doi: 10.1016/j.resourpol.2006.09.001.

Horvat M. (1996) - Mercury analysis and specification in environmental samples. In: Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances. Ed. By W.Baeyens, R.Ebinghaus and O.Vasiliev. NATO ASI Series, 2. Environment, Vol. 21, Kluwer Academic Publ., Dordrecht, p. 1-31.

KEITA Seydou, 2001, Etude sur les mines artisanales et les exploitations minières à petite échelle au Mali, Mining, Minerals and Sustainable Development n°80, 54 p.

LONG R., RENNE E., ROBINS T., WILSON M., PELIG-BA K., RAJAE M., YEE A., KOOMSON E., SHARP C., LU J., BASU N., 2013 : Water values in a Ghanaian small-scale gold mining community. *Hum. Organ.* ; 72:199–210.

LU K., LONG R., RAJAE M., BASU N., AKIZILI J., ROBINS T., YEE A., SHARP C., RENNE E., WILSON M.L., 2011 *An Exploratory Study on the Effects of Social Resources, Environmental Exposures and Malaria Prevention Practices on the Prevalence of Malaria-Like Symptoms in a Gold-Mining Community in Ghana*. University of Michigan; Ann Arbor, MI, USA.

MALL, I. 2017, Evaluation des ressources en eau dans le Sénégal oriental : Apports des outils Géochimiques, Géostatistiques, de la Télédétection et des SIG. *Ecole Doctorale « Eau Qualité et Usages de l'Eau » Faculté des Sciences et Techniques. Université Cheikh Anta Diop de Dakar*, 203 p.

MARGAT J., 1994 : Les ressources en eau : conception, évaluation, cartographie, comptabilité, Edition BRGM, 144 p.

MERGLER D., ANDERSON H.A., CHAN L.H.M., 2007 : Mahaffey K.R., Murray M., Sakamoto M., Stern A.H. Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern. *Ambio.*;36:3–11. doi: 10.1579/0044-7447(2007)36[3:MEAHEI]2.0.CO;2.

MICHEL P., 1959 : « L'évolution morphologique des bassins du Sénégal et de la haute Gambie. Ses rapports avec la prospection minière ». In Revue de Géographie physique et de Géologie Dynamique Française, tome 10, n°5-12, pp. 117- 143.

Michel P., 1973 : Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : étude géomorphologique, doctorat d'Etat, ORSTOM, n°63, 753 p, 170 figures, cartes et photos.

MBODJ Faty B., 2011, Boom aurifère à l'Est du Sénégal, l'Ouest du Mali et au Nord-Est de la Guinée: mutations socio-économiques et spatiales d'anciennes marges géographiques et économiques, Thèse de Doctorat de Géographie, Université Gaston Berger, Saint Louis du Sénégal et Université Paris Panthéon Sorbonne, 322 p.

NDIAYE K., 2020 : Le développement de l'orpaillage, son impact environnemental et sanitaire dans le sud-est du Sénégal : exemple du site aurifère de Bantako, *Mémoire de Master de spécialisation en sciences et gestion de l'environnement dans les pays en développement*, PED 2019-2020.

NIANE, B., GUEDRON, S., FEDER, F., LEGROS, S., NGOM, P. M., & MORITZ, R., 2019, Impact of recent artisanal small-scale gold mining in Senegal: Mercury and methylmercury contamination of terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 669, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.108>

NIANE B., GUEDRON S., MORITZ R., COSIO C., NGOM P.M., DEVERAJAN N., PFEIFER H.R., POTE J., 2014, Human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining areas of Kedougou region, Senegal, as a function of occupational activity and fish consumption , *Environ. Sci. Pollut. Res.*, DOI 10.1007/s11356-014-3913-5.

Niane B., Moritz R., Guédron S., Ngom P.M., Pfeifer H.R., Mall I., Poté J., 2014, Effect of recent artisanal small-scale gold mining on the contamination of surface river sediment: Case of Gambia River, Kedougou Region, southeastern Senegal, *J. Geochem. Explor.* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.03.028>

Niane B., Guédron S., Feder F., Ngom P.M., 2019a, Impact of recent artisanal small-scale gold mining in Senegal: Mercury and methylmercury contamination of terrestrial and aquatic ecosystems, *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.108>

Niane B., Devarajan N., Poté J., Moritz R., 2019b, Quantification and characterization of mercury resistant bacteria in sediments contaminated by artisanal small-scale gold mining activities, Kedougou region, Senegal, *Journal of Geochemical Exploration* 205, <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2019.106353>

ORANGE D., 1992 : Hydroclimatologie du Fouta Djalou et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest), *Sciences Géologiques*, mémoire N° 93 U.L.P. C.N.R.S., ORSTOM, 198 p.

OMM, 1994 : Acquisition et Traitement des données, Analyses, Prévision et autres applications, *Guides des pratiques Hydrologiques*. OMM-N° 168, Organisation Météorologique Mondiale, Genève (Suisse), 829 p.

PANELLA C., 2007 : L'éthique social du damansén : éducation familiale et orpaillage artisanal dans le Basidibé (Wasolon, Mali). *Cahiers d'Etudes africaines*, XLVII (2), 186, pp : 345-370.

PACYNA E.G., PACYNA J.M., SUNDSETH K., MUNTHE J., KINDBOM K., WILSON S., *Rapport OMVS Haut Commissariat*, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.1, 107p.

Rapport OMVS Haut Commissariat, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.2, 87p.

Rapport OMVS Haut Commissariat, 2012, Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal, Dakar Sénégal, Vol.3, 60p.

Rapport ANSD, Rapport de l'étude monographique sur l'orpaillage au Sénégal, juillet 2018, 48 p.

Rapport d'ETUDE OVMS, CNR HYDRECO Guyane, Agence de l'eau Rhône, Méditerranée, Corse, Juin 2019, Opérationnalisation du réseau Qualité du fleuve Sénégal, 96p.

Rapport ONU-Environnement, AGC Artisanal Gold Council, octobre 2019, Estimations initiales nationales du secteur de l'extraction artisanale et à petite échelle d'or au Sénégal conformément à la Convention de Minamata sur le mercure, 42p.

Rapport FEM, ONU-Environnement, AGC Artisanal Gold Council, Novembre 2019, Plan d'Action National visant à réduire et éliminer l'usage du mercure dans l'extraction minière artisanale et à petite échelle d'or au Sénégal, 81p.

Richard M., Moher P., et Hamza, D.(2015). La santé dans l'orpaillage et l'exploitation minière artisanale : Un manuel pour instructeurs, Artisanal Gold Council, Victoria, BC. ISBN : 978-0-9939459-3-9

Rochette, 1974 : Monographie hydrologique du fleuve Sénégal. Coll. Mém. ORSTOM, 442 p.

Service Régional des Mines, 2005

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) *Global Mercury Assessment*. UNEP; Geneva, Switzerland: 2002. [[Google Scholar](#)]

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) *Africa: Atlas of Our Changing Environment*. Vol. 46 United Nations Environment Programme; Nairobi, Ghana: 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport*; UNEP: Geneva, Switzerland, 2013.

SABO B., 2015 : Contribution à la réduction de l'impact de l'orpaillage sur les ressources en eau dans la commune de Gaoua : Cas du site de Djikando, mémoire de fin d'étude ; 88 p.

SENE, C. M., DIONE, A. N., POGGIO, L., JURT, L., ROMERO, Z. A., BOUKARE, B., JUSSELME, D. (2019). Les "Fièvres aurifères au Sud-Est du Sénégal Profils et dynamiques migratoires. Organisation Internationale pour les Migrations (OIM).

Seydou Keita, 2001, Etude sur les Mines Artisanales et Les Exploitations Minières à Petite Echelle au Mali, MMSD, IIED – WBCSD

SOFRECO, 2021 : Etat actuel de l'environnement et des aspects sociaux du secteur minier. Evaluation Environnementale et Sociale Stratégique (EESS) du secteur des mines du Mali pour le compte du Projet de Gouvernance du Secteur des Mines au Mali (PGSM) – sous tutelle du Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau du Mali (T-2) – Version finale, 162 p.

SORGHO W. R. F., 2012 : Evaluation Environnementale et Sociale des sites d'orpaillage et stratégies de compensation : Cas du site de Mankarga dans la commune de Boudry au Burkina Faso. Master spécialisé en gestion durable des mines, 2IE, 68 p.

SABO B., 2015 : Contribution à la réduction de l'impact de l'orpaillage sur les ressources en eau dans la commune de Gaoua : Cas du site de Djikando, mémoire de fin d'étude ; 88 p.

SOW A. A., 1984 : Pluies et Ecoulement dans le bassin du fleuve Sénégal. Contribution à l'hydrologie en domaine fluvial tropical humide africain. Thèse de doctorat 3e cycle, Nancy II, 442 p.

Sow A. A., 2007 : L'hydrologie du Sud-est du Sénégal et de ses Confins guinéo-maliens : les bassins de la Gambie et de la Falémé, Thèse doctorat d'Etat Ès lettres et sciences humaines, UCAD, FLSH, Département de Géographie, 1232 p.

Service Régional d'Appui au Développement Local (SRADL), 2006

STEENHUISEN F., MAXSON P., 2010 : Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020. *Atmos. Environ.* 44:2487–2499.

RAJAE, M., OBIRI, S., GREEN, A., LONG, R., COBBINA, S. J., NARTEY, V., BUCK, D., ANTWI, E., & BASU, N., 2015 : Integrated Assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Sénégal-Part 2: Natural Sciences Review. *International journal of environmental research and public health*, 12(8), 8971–9011. <https://doi.org/10.3390/ijerph120808971>

TANKARI DAN-BADJO A., TIDJANI D., IDDER T., GUERO, Y., DAN LAMSO N., MATSALLABI A., ECHEVARRIA G., 2014 : Diagnostic de la contamination des eaux par les éléments traces métalliques dans la zone aurifère de Komabangou – Tillabéri, Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(6), 2849. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i6.41>.

Touré B., 2002 : Monographie de la Communauté Rurale de Gathiary, Arrondissement de Kéniéba, mémoire de maîtrise, Département de Géographie, FLSH, Dakar, 138 p.

Tropica Environmental Consultants, 2006 : Etude d'impact environnement et social du projet d'exploitation d'or, d'argent et de substances connexes de Sabodala, Dakar, 184 p.

Tropica Environnemental Consultants, 2008, EIES Pipeline Eaux Falémé SMC, Rapport d'audience publique dans le cadre de l'étude d'impact environnemental du projet d'installation et d'exploitation d'une conduite de pompages d'eau de la Falémé vers la mine de la Sabodala Mining Company. 176 p.

VALDIVIA S.M., UGAYA C.M.L., 2011: Life cycle inventories of gold artisanal and small-scale mining activities in Peru. *J. Ind. Ecol.* ;15:922–936.

VILLENEUVE M., 1984 : Etude géologique sur la bordure Sud-ouest du craton Ouest-africain. (La suture Panafricaine et l'évolution des bassins sédimentaires Protérozoïques et Paléozoïque de la marge NW du continent de Gondwana). Thèse de Doctorat ès-Sciences, Marseille, 552 p

WHO. (2004). Hydrogen cyanide and cyanides: human health aspects. Concise international chemical assessment document.

Retrieved from [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=in title:Hydrogen+Cyanide+and+Cyanides:+Human+Health+Aspects#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=in+title:Hydrogen+Cyanide+and+Cyanides:+Human+Health+Aspects#0)

6.2 Bibliographie des textes juridiques

6.2.1 Mali

Loi n° 02-006 du 31 janvier 2002 portant Code de l'eau ;

Loi n°08-33 du 11 Aout 2008 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement ;

Loi n°10-028/AN-RM du 12/07/2010 déterminant les principes de gestion des ressources du domaine forestier national ;

Loi n°93-022 du 13 mai 1993 portant ratification de la Convention sur le Commerce international des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES) ou « Convention de Washington » ;

Loi n°94-026 du 24 juin 1994 autorisant la ratification de la Convention sur la Conservation de la Diversité Biologique ou « Convention de Rio 1992 » ;

Loi n°02-017 du 03 juin 2002 régissant la détention, le commerce, l'exportation, la réexportation, l'importation, le transport et le transit de spécimens d'espèces de faune et de flore sauvages ;

Loi n°10-028 du 12 juillet 2010 déterminant les principes de gestion du domaine forestier national ;

Loi n° 2016-045 du 13 septembre 2016 autorisant la ratification de l'accord de Paris sur les changements climatiques, adopté le 12 décembre 2015 par la vingt et unième session de la conférence des parties à la convention cadre sur les changements climatiques (COP21) et la onzième session de la conférence des parties agissant en tant que réunion des parties au protocole de Kyoto (CMP), tenues à Paris, du 30 novembre au 12 décembre 2015

Loi n° 2018-036 du 27 juin 2018 fixant les principes de gestion de la faune et de son habitat ;

Loi n°2021-032 du 24 mai 2021 relative aux pollutions et aux nuisances ;

Décret n° 2017-0555/P-RM du 29 juin 2017 fixant le détail des compétences transférées de l'État aux collectivités territoriales dans le domaine des mines ;

Ordonnance n°04-024 /P-RM du 16 septembre 2004 autorisant la ratification de la Convention africaine sur la Conservation de la Nature et des Ressources naturelles, adoptée par la Conférence de l'Union africaine à Maputo (Mozambique) ;

Ordonnance no 2017-011/P-RM du 23 février 2017 autorisant la ratification des statuts du Centre africain de Développement minier, adoptés par la 26^{ème} session ordinaire de la Conférence des Chefs d'État et de Gouvernement, tenue à Addis-Abeba, le 31 janvier 2016 ;

Ordonnance n° 2018-021/P-RM du 08 aout 2018 portant création de la Chambre des Mines du Mali ;

Ordonnance n°2019-022/P-RM du 27 septembre 2019 portant Code minier en République du Mali ;

Ordonnance n° 2020-014/PT-RM du 24 décembre 2020 portant loi domaniale et foncière ;

Décret n° 2011-055/P-RM du 10 février 2011 portant classement de la Mare Sanké et les sites associés dans le patrimoine culturel national ;

Décret n° 2011-107/PM-RM du 11 mars 2011 porte création du Comité national changements climatiques du Mali ;

Décret n° 2011-846/PM-RM du 28 décembre 2011 portant création, composition et modalités de fonctionnement du Conseil supérieur de la Politique nationale Genre du Mali ;

Décret n° 2016-0520/PM-RM du 22 juillet 2016 fixant le cadre institutionnel de l'Initiative pour la Transparence dans les Industries Extractives au Mali ;

Décret n° 2017-0845/P-RM du 09 octobre 2017 portant approbation de la politique forestière nationale et son plan d'actions 2018-2022 ;

Décret n° 2018-0079/P-RM du 29 janvier 2018 fixant le détail des compétences de l'État transférées aux collectivités territoriales en matière de gestion des ressources forestières et fauniques ;

Décret n° 2018-0656/P-RM du 08 août 2018 fixant l'organisation et les modalités de fonctionnement de la Chambre des Mines du Mali ;

Décret n°2018-0991/P-RM du 31 décembre 2018 relatif à l'Étude et à la notice d'Impact Environnement et social ;

Décret n°2018-0992/P-RM du 31 décembre 2018 fixant les règles et les modalités relatives à l'évaluation environnementale stratégique ;

Décret n°2018-0993/P-RM du 31 décembre 2018 fixant les conditions d'exécution de l'audit environnemental ;

Décret n°2019-0887/P-RM du 05 novembre 2019 fixant la liste des espèces de faune intégralement protégées, des espèces de faune partiellement protégées et des espèces de gibiers non protégées sur toute l'étendue du territoire nationale ;

Décret n°2021-0474/PT-RM du 26 juillet fixant les attributions spécifiques des membres du Gouvernement ;

Décret n°2021-0475/PT-RM du 26 portant répartition des services publics entre la Primature et les Départements ministériels

CHAPITRE 2 : EVALUATION DE
L'IMPACT DES ACTIVITES
D'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE
DES EAUX DE LA FALEME ET
SUR SON REGIME
D'ECOULEMENT.
CARTOGRAPHIE DE LA
POLLUTION CHIMIQUE

1 METHODOLOGIE POUR LA CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION CHIMIQUE

1.1 Méthodologie d'échantillonnage

D'une manière générale, la zone à échantillonner est choisie hors de toutes interférences anthropiques, c'est-à-dire loin : d'un village, d'un accès routier à la berge, d'une zone de lavage, d'une zone de baignade, de motopompes ou d'effluents miniers. Ceci afin de ne pas biaiser l'échantillon avec une pollution déjà visible à l'œil nu. Le but du projet n'est pas de localiser des « points chauds » qui auront de fortes teneurs, mais d'avoir un échantillon représentatif du cours « normal » de la Falémé pour connaître le degré de pollution au fil de l'eau.

Il n'y a pas eu d'échantillon composite, ni pour les eaux, ni pour les sédiments.

Pour chaque station, trois prélèvements sont effectués à proximité d'un village :

- L'eau de la rivière (eau de surface, en abrégé : ES) ;
- Le sédiment (en abrégé : S) pris à proximité ;
- L'eau du forage ou du puits (eau de profondeur, en abrégé : EP) du village.

Description de la méthode d'échantillonnage de l'eau de rivière

L'eau est récupérée dans un seau (10 litres) en plastique polyéthylène noir souple, à paroi lisse, qui est lancé du bord au bout d'une corde, face au courant (voir photos ci-dessous) :

A chaque fois que possible, les zones à courant sont privilégiées pour garantir une bonne homogénéité de l'eau. Ensuite il est ramené au bord pour y plonger dedans un récipient en silicone (composé inorganique formé d'une chaîne silicium-oxygène qui ne risque pas de contaminer l'échantillon avec des métaux). Ce pot silicone (250 ml) est d'abord rincé 3 fois avec le liquide du seau. Ensuite le contenu du pot est versé dans les différents flacons. L'opérateur utilise des gants en plastique à usage unique lors de la manipulation.



Figure 32: Photos de l'échantillonnage de l'eau de rivière

Tous les bouchons des flacons sont fermement vissés et scotchés avec un ruban téflon doublé d'un ruban adhésif pour éviter toutes les fuites.

Les flacons sont ensachés dans une pochette zippable qui est numérotée avec un gros feutre indélébile à plusieurs endroits pour éviter le risque d'effacement accidentel. Des stabilisants ad hoc ont été préalablement mis au fond des flacons par le laboratoire d'analyses chimiques.

Les flacons sont remplis le plus vite possible, pour éviter l'adsorption des métaux sur les parois des récipients de prélèvement (seau, pot). Les flacons sont emplis au maximum de liquide pour éviter de piéger trop d'air à l'intérieur ; le barbotage est donc évité au maximum. Entre le lancement du seau et la fin du remplissage, il faut compter 12 à 15 minutes. Sinon, la totalité de l'opération : mobilisation, mise en œuvre et démobilitation dure environ 45 minutes.

Description de la méthode d'échantillonnage de l'eau de puits ou forage

Le principe de remplissage des flacons est le même que pour l'eau de rivière.

Description de la méthode d'échantillonnage des sédiments de la Falémé

Le sédiment superficiel est prélevé avec une petite truelle de jardinage (du type « transplantoir ») métallique, peinte, à surface lisse, qui permet de prendre en une seule fois la bonne quantité de matière pour remplir le contenant. Le transplantoir est d'abord rincé à l'emplacement du prélèvement, puis il est légèrement enfoncé à travers la surface du sédiment argileux de façon à écrémer légèrement sa partie superficielle (limon de décrue). Le prélèvement se fait près de la berge, sous une mince tranche d'eau pour être certain que le mercure ne s'est pas évaporé à l'air libre.



Figure 33: Photo de l'échantillonnage des sédiments

Afin de recueillir le maximum de particules fines, les points choisis sont en général :

- Les zones de dépôts fins visibles ;
- Les zones de végétation aquatique ou proche du bord ;
- Les zones où la vitesse du courant est faible (<10 cm/s environ). Près des berges de la Falémé, le courant est quasiment toujours faible.

Puisque les échantillons d'une station ne sont pas tous prélevés au même endroit, trois tableaux de géopositionnement ont été établis pour chaque médium : eau de surface, sédiment et eau de profondeur. Voici la signification des libellés de la première ligne de ces tableaux :

- Long_wgs84dd et lat_wgs84dd : coordonnées géographiques de longitude et latitude calculées en degrés décimaux dans le datum WGS 84 en utilisant des GPS ;
- h(m) : altitude en mètre ;
- wpt: waypoint ou point de cheminement avec le GPS qui localise l'endroit de la prise des échantillons ES, S et EP ;
- ES : eau de surface (fleuve) / S : sédiment / EP : eau de profondeur (puits / forage) ;
- Date : jour / mois / année heure : minute : seconde : correspondant à l'heure à laquelle le « waypoint » a été pris avec le GPS ;
- fiche_num : numéro de la fiche de terrain. C'est la référence, ou identifiant, de la station d'échantillonnage. Ce numéro correspond à celui d'une fiche qui décrit les observations et donne les mesures à l'endroit de la prise des échantillons ES, S et EP ;
- nom_lieu_ech : nom du lieu d'échantillonnage. C'est le nom du village le plus proche. Cette coordonnée est donc légèrement différente de celle du tableau avec le découpage administratif des stations.

Les prélèvements ont tous été réalisés en équipe de 4 personnes. Cela consistait, après avoir trouvé l'accès à la Falémé (souvent très difficile) et le puits des villageois, à procéder à l'échantillonnage, au remplissage des différents flacons, à faire les mesures physico-chimiques in situ et à remplir les fiches pour chaque prélèvement de la station.



Figure 34 : Photos des prélèvements et des mesures réalisées

Les fiches de terrain complétées sont présentées à l'annexe 8.

En outre, un relevé météo systématique a été effectué avec température de l'air, pression atmosphérique et sens des vents, paramètres importants pour le transport et la dissémination des aérosols et particules transportant le mercure. Les relevés journaliers de la météo sont fournis à l'annexe 8, n°4.

1.2 Choix du laboratoire certifié

Après comparaison des offres des laboratoires interrogés, le laboratoire C2S (Aix-en-Provence, France) a été choisi sur la base des critères suivants : certifié ISO, indépendant, spécialisé dans les études environnementales, très réactif, a déjà travaillé sur des questions environnementales au Sénégal, capable de fournir un package tout compris pour réaliser dans de bonnes conditions un échantillonnage conforme aux règles, possédant un représentant local qui assure des transits rapides entre le laboratoire et Dakar. Il est équipé pour les analyses d'échantillons pollués par les métaux lourds, les molécules organiques, les halogènes, que ce soit des échantillons solides, liquides ou même gazeux.

Le choix de ce laboratoire a été motivé pour sa compétitivité mais surtout sa relation client proactive. Il fournit tout le flaconnage nécessaire (ajout de stabilisateurs compris) et toute la prise en charge des contenants des échantillons (de Aix en Provence à Dakar et retour). De plus, tout le flaconnage prévu est déjà conditionné dans des glacières en polystyrène renforcé incluant 4 « ice-packs » rigides. SOFRECO a aussi acheté des ice-packs supplémentaires pour encore améliorer la chaîne du froid dans les glacières. Ce laboratoire a expédié à Dakar le lot de matériel nécessaire à l'étude et à ajouter une glacière de réserve avec des contenants contenant des stabilisateurs ; ceci dans le cas où des contenants auraient été vidés de leur contenu pendant leur transport ou leur manipulation.

La plaquette du laboratoire C2S est présentée dans la Figure 35 :

C2S Conseil Chimie Service
 Prestataire de services d'analyses
 des environnements et des produits

Service d'Analyse
 Des solutions pour toutes vos analyses et tout type de matrice

Surveillance Environnementale
 Surveillance environnementale : air, sol, eau
 Evaluation exposition professionnelle
 Aération et ventilation

Qualité d'air intérieur
 Diagnostic, surveillance, monitoring au service de la santé

Nos compétences au service de l'amélioration de l'environnement et de la santé

C2S Conseil Chimie Service
 23 les Mûles - Aix-en-Provence
 rue de Bercy- PARIS

> Contact <
 04 42 51 58 22
 courrier@c2s-analyses.com
 www.c2s-analyses.com

Prélevements
 laboratoires
 Contrôle
 analyses
 Fiabilité
 Réactivité
 Indépendance

10 ans d'expérience au service de l'analyse des environnements et des produits !

Analyses
 Notre expérience alliée à notre système informatisé nous permet d'identifier les prestataires potentiels parmi un réseau de 400 laboratoires et experts.
 Nos domaines d'activité couvrent l'Environnement, le Process et la Santé

- Fiabilité et réactivité
- Simplification de la gestion de vos prestataires
- Bénéficiez de prix négociés

Surveillance Environnementale
 Surveillance environnementale : air, sol, gaz des sols, eau, effluent
 Campagne air extérieur : Mesures, évaluations et modélisations des polluants, étude air-santé projet routiers, autoroutiers, portuaires, aéroportuaires, industriels ... suivi des polluants (actifs, passifs, monitoring)
 Evaluation de l'exposition des travailleurs
 Aération et ventilation : évaluation de système A&V, mesures, monitoring, schéma aérodynamique, dimensionnement des ventilations de chantiers
 Sites et sols pollués : études historique, investigations (sondage, mesure sur site, plan d'échantillonnage), ERS

Qualité d'air intérieur
 Diagnostic de surveillance QAI dans les ERP : contrôle accrédité*, autodiagnostic
 Syndrome du bâtiment malsain : recherche de sources, odeurs, gestion de crise
 Diagnostic bâtiment neuf (BPE) ou en activité (monitoring, indice QAI)
 Bien être au travail, formation, sensibilisation

*Surveillance réglementaire ERP
 accréditation COPRAC en date
 Fiche disponible sur www.cofrac.fr

Vos Interlocuteurs C2S
 Sylvain MARCEDI, Responsable technico-commercial
 Gaël BARBAN, Responsable activité Service d'Analyses
 Cindy OHS, Responsable activité QAI
 Thomas FIZIA, Responsable activité Surveillance Environnementale

Engagé dans une démarche ISO

Prélevements
 laboratoires
 Contrôle
 analyses
 Fiabilité
 Réactivité
 Indépendance

Système de Management Qualité selon NF EN ISO/CEI 17025

Figure 35 : Plaquette de présentation du laboratoire C2S Conseil Chimie Service

1.3 Méthodologie pour la mise en flacon des échantillons

- Pour tous les échantillons d'eau, le pack d'analyse est ainsi composé :

PACK d'analyses d'Eau : chlorures, sulfates SO_4 , nitrates NO_3 , nitrites NO_2 , orthophosphates PO_4 , sulfures, calcium, magnésium, potassium, sodium, silicium, aluminium, fer, arsenic, cadmium, chrome, manganèse, nickel, cobalt, plomb, cuivre, étain, zinc, carbonates, cyanures totaux, mercure, hydrocarbures HCT C10-C40.

Ce pack contient 12 flacons enfermés dans une pochette zippable ; ainsi il est impossible de se tromper de flaconnage ou d'oublier un flacon.

- Pour les échantillons de sédiments, le Pack d'analyse est le suivant :

PACK d'analyses de sédiments : chlorures, sulfates SO_4 , nitrates NO_3 , nitrites NO_2 , orthophosphates PO_4 , sulfures, calcium, magnésium, potassium, sodium, silicium, aluminium, fer, arsenic, cadmium, chrome, manganèse, nickel, cobalt, plomb, cuivre, étain, zinc, cyanures totaux, mercure, hydrocarbures HCT C10-C40.

Pour ces deux packs, le laboratoire d'analyses C2S a prévu et préparé le flaconnage contenant les conservateurs (« stabilisants ») idoines, en fonction des éléments à doser (Figure 36) ; chaque flacon a une forme différente et porte un code d'identification qui évite des erreurs de destination des dosages.

Flaconnage et analyses

PACK Analyse Eau: 12 flacons

- 2 flacons 40 mL verre teinté
- 1 flacon plastique 60mL
- 2 flacons plastique 120 mL
- 1 flacon verre 125 mL
(mercure)
- 4 flacons plastique 125 mL
- 2 flacons verre 250 mL



PACK analyse Eau: chlorures, sulfates SO₄, nitrates NO₃, nitrites NO₂, orthophosphates PO₄, sulfures, calcium, magnésium, potassium, sodium, silicium, aluminium, fer, arsenic, cadmium, chrome, manganèse, nickel, cobalt, plomb, cuivre, étain, zinc, carbonates, cyanures totaux, mercure, hydrocarbures HCT C10-C40

PACK Analyse sédiment : 2 flacons

- 1 flacon verre 370 mL (mercure)
- 1 flacon verre 370 mL



PACK analyse sédiment: chlorures, sulfates SO₄, nitrates NO₃, nitrites NO₂, orthophosphates PO₄, sulfures, calcium, magnésium, potassium, sodium, silicium, aluminium, fer, arsenic, cadmium, chrome, manganèse, nickel, cobalt, plomb, cuivre, étain, zinc, cyanures totaux, mercure, hydrocarbures HCT C10-C40

Figure 36 : Présentation des packs d'analyse "eau" et "sédiment"

En outre, un doublon (pour les eaux et les sédiments) a été systématiquement pris pour le seul dosage du mercure (dont le dosage est déjà inclus dans les packs) :

Les échantillons à analyser sont ainsi numérotés :

	Pack	Doublons Hg
Eau de rivière	101 à 122	1001 à 1022
Sédiments	201 à 222	2001 à 2022
Eau de puits ou forages	301 à 322	3001 à 3022

La numérotation a été faite préalablement sur une carte pour conserver un ordre croissant des numéros d'échantillons, d'amont vers l'aval, ce qui facilite ensuite la lecture des résultats.

Outre les 13 échantillons d'eau des puits / forages, les 13 échantillons d'eau et les 13 échantillons de sédiments de la Falémé, il a été prévu à titre de contrôle qualité : 13 doublons mercure pour tous les échantillons. Les doublons serviront à évaluer la justesse analytique des analyses car le mercure est l'élément le plus délicat à doser du lot, à cause de la faiblesse de ses teneurs et de sa facilité à « s'évaporer ». Bien sûr, le laboratoire ignore l'ordre des analyses doublées.

En outre un échantillon de background pour l'eau a été pris à Saraya, loin des zones d'orpaillage, afin d'avoir une référence d'eau potable dans la sous-région.

1.4 Méthodes d'analyses in situ

Pour chaque station, les mesures des paramètres physico-chimiques des eaux ont été effectuées sur le terrain, en même temps que des observations qui ont été notées sur des fiches d'échantillonnages. Pour ce faire, des sondes multi-paramètres (pour le Sénégal : fabricant HACH, modèle HQd Field Case, n° de série

58258-00, pour le Mali : fabricant Aquaread, modèle Aquaprobe AP-800, n° de série : 231511750) ont permis de mesurer : la température de l'eau, l'oxygène dissous, la saturation en oxygène dissous, la conductivité à 20 ou 25°C, le pH. Une fiche rassemblant ces mesures a été remplie à chaque prélèvement.

1.5 Equipements et appareils utilisés

Afin d'effectuer les mesures in situ, de la vaisselle, des gants, des bottes, une blouse, ont été nécessaires, en plus de la sonde multi-paramètres qui a été étalonnée quotidiennement avec des solutions étalon.

Les mesures de pH ont été faites avec la sonde et un doublon avec une bandelette.

Le géopositionnement des stations a été assuré par des GPS à main de marque GARMIN@ types MAP62S et OREGON 600.

Pour assurer la sécurité, le Consultant avait prévu du matériel de télésurveillance, comme : un téléphone satellite Thuraya Satsleeve avec son antenne extérieure magnétique, un tracker par véhicule.

1.6 Méthode de stockage et de transport

La volatilité du mercure et son affinité à se lier avec d'autres espèces minérales obligent à prendre des précautions pour stocker et transporter les échantillons d'eaux et de sédiments. Il faut garantir la continuité de la chaîne du froid. Sur le terrain, les congélateurs des lieux d'hébergement ont pu être utilisés.

Les échantillons ont été placés en glacières dès le prélèvement effectué. Les glacières, placées à l'arrière du véhicule (photo ci-dessous) ont été maintenues, à des températures les plus basses possibles, pour conserver au mieux le mercure dans les échantillons.



Figure 37: Photos de l'échantillonnage et de la mise en glacière

Les échantillons ont été rapatriés sur Dakar en 2 lots successifs pour éviter de conserver trop longtemps les échantillons avant de les analyser. Le premier lot est donc parti à mi-temps de la mission. Ce lot comprenait principalement les échantillons de la région de Kédougou. Le deuxième lot a été transporté au retour.

Les deux lots ont été remis au représentant du laboratoire C2S qui les a pris en charge pour les expédier par avion en France. Pour leur expédition, les échantillons ont été accompagnés par une fiche de suivi pour garantir une traçabilité de leur envoi et ensuite de leur réception par le laboratoire (seulement 3 jours de voyage).

1.7 Méthodes d'analyses en laboratoire

Un échantillon va servir de background, c'est un échantillon d'eau de forage, prélevé à Saraya, avec un doublon pour l'analyse du mercure.

Des doublons ont été systématiquement prélevés (eaux et sédiments) pour contrôler les analyses du mercure. Ce contrôle "qualité", nécessaire, est bien sûr effectué sans que le laboratoire n'en soit informé.

De nombreuses méthodes peuvent être utilisées au laboratoire pour analyser les teneurs en mercure des eaux et des sédiments comme le montre le tableau ci-dessous (Horvat, 1996) :

Tableau 28 : Liste des méthodes de laboratoire permettant d'analyser les teneurs en mercure et les limites de détection de chacune

Méthode de détection	Limites de détection
Méthodes colorimétriques	0.01 - 0.1 µg/g
AAS spectrométrie d'absorption atomique	
Four graphite (GF AAS)	1 ng/g
Vapeur froide (CV AAS)	0.01 - 1 ng/g
AFS spectrométrie atomique par fluorescence	
Vapeur froide	0.001 - 0.01 ng/g
NAA instrumental (INAA)	1 -10 ng/g
Radio-chimique (RNAA)	0.01 - 1 ng/g
GC chromatographie phase gazeuse	
Couplée à un détecteur à capture d'électron(ECD)	0.01 - 0.05 ng/g
Couplée à un détecteur d'émission atomique (AED)	# 0.05 ng/g
Couplée à un spectromètre de masse (SM)	0.1 ng/g
avec CV AAS/AFS	0.01 - 0.05 ng/g
HPLC chromatographie phase liquide	
UV ultra violet	1 ng/ml
CV AAS	0.5 ng/ml
CV AFS	0.08 ng/ml
Détecteur électrochimique	0.1 - 1 ng/ml
ICP-MS couplé à un spectromètre de masse	0.01 ng/ml
ICP-AES couplé à un spectromètre d'émission	2 ng/ml
Spectrométrie photo-acoustique	0.05 ng
Fluorescence de rayons X	5 ng/g - 1 µg/g
Méthodes électro-chimiques	0.1 - 1 ng/g
Analyseur par film d'or (amalgamation)	0.05 µg/g

La limite de détection (LOD – Limit of Detection ou LD) est la plus petite concentration du composé à doser que la méthode analytique peut détecter (mais pas de quantifier) avec un bon niveau de confiance.

La limite de quantification (LOQ – Limit of Quantification ou LQ) est la plus petite concentration du composé à doser que la méthode analytique arrive à quantifier avec une bonne précision (c'est-à-dire avec une faible incertitude, soit encore, un bon niveau de confiance).

Il est d'usage de calculer respectivement LD et LQ par les formules suivantes :

$$LD = 3,3 \sigma/s \text{ et } LQ = 10 \sigma/s$$

où σ est la déviation standard de la réponse de 10 analyses indépendantes du blanc, et s est la pente de l'équation d'étalonnage.

Le laboratoire C2S a fourni des résultats analytiques en indiquant pour chaque élément chimique sa limite de quantification (abréviation LQ, en français). Ce laboratoire a procédé aux analyses du mercure par Spectroscopie Atomique par Fluorescence (SFA/vapeurs froides (CV-AAS) avec une limite de détection de 0,1 mg/kg (ppm) de matière sèche pour les sédiments et de 0,2 µg/L (ppb) pour l'eau.

Les autres métaux lourds ont été analysés par ICP-AES ou ICP-MS.

Les paramètres utilisés pour la matrice « eau » avec les méthodes du laboratoire C2S, leurs normes et leurs limites de quantification sont dans le tableau ci-dessous :

Tableau 29 : Liste des paramètres utilisés pour la matrice "eau" avec les méthodes du laboratoire C2S

Paramètre	Méthode	Norme	Limite de Quantification
Filtration 0.45 µm	Filtration	Méthode interne	/
Chlorures	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée]	NF ISO 15923-1	1 mg/l
Nitrates	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée]	NF ISO 15923-1	0.2 mg N-NO3/l 1 mg NO3/l
Nitrites	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	0.01 mg N-NO2/l 0.04 mg NO2/l
Sulfates (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée]	NF ISO 15923-1	5 mg/l
Orthophosphates (PO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée]	NF ISO 15923-1	0.1 mg PO4/l
Bromures	Chromatographie ionique - Conductimétrie	NF EN ISO 10304-1	0.5 mg Br/l
Fluorures	Potentiométrie	/	0.1 mg/l
Calcium (Ca) dissous	ICP/AES	NF EN ISO 11885	1 mg/l
Magnésium (Mg) dissous	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.01 mg/l
Potassium (K) dissous	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.1 mg/l
Sodium (Na) dissous	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.05 mg/l
Titre Alcalimétrique (TA)	Volumétrie	NF EN ISO 9963-1	2 °F/No unit
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	Volumétrie	NF EN ISO 9963-1	2 °F/No unit
Carbonates (CO3)	Calcul	NF EN ISO 9963-1	/
Hydrogéocarbonates (HCO3)	Calcul	NF EN ISO 9963-1	/
Hydrogène sulfuré (H2S)	Spectrophotométrie [Colorimétrie UV]	/	0.1 mg/l
Cyanures totaux	Flux continu [Flux Continu]	NF EN ISO 14403	10 µg/l
Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation - Dosage par SFA]	NF EN ISO 17852	0.2 µg/l
Cuivre (Cu)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.01 mg/l
Zinc (Zn)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.02 mg/l
Nickel (Ni)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.005 mg/l
Arsenic (As)			
Cadmium (Cd)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.005 mg/l
Chrome (Cr)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.005 mg/l
Plomb (Pb)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.005 mg/l
Aluminium (Al)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.05 mg/l
Fer (Fe)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.01 mg/l
Cobalt (Co)	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	0.2 µg/l
Etain (Sn)	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	1 µg/l
Manganèse (Mn)	ICP/MS	NF EN ISO 17294-2	0.5 µg/l
Silicium (Si)	ICP/AES	NF EN ISO 11885	0.02 mg/l
Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches	GC/FID [Extraction Liquide / Liquide sur prise d'essai réduite]	NF EN ISO 9377-2	0.03 mg/l
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)			0.008 mg/l
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)			0.008 mg/l
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			0.008 mg/l
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)			0.008 mg/l

Enfin, le dernier tableau ci-dessous présente les paramètres utilisés pour la matrice « sédiments » avec les méthodes du laboratoire C2S, leurs normes et leurs limites de quantification :

Tableau 30 : Liste des paramètres utilisés pour la matrice "sédiment" avec les méthodes du laboratoire C2S

Paramètre	Méthode	Norme	Limite de Quantification
Matière sèche (Boue ; Sédiment)	Gravimétrie	NF EN 12880	0.1 % M.B.
Préparation physico-chimique	Préparation [Séchage, tamisage, broyage]	NF ISO 11464	
Cyanures totaux	Spectroscopie (FIA) [Extraction basique et dosage par flux continu]	NF EN ISO 17380+NF EN ISO 14403-2 (adapt. BO/SED)	0.5 mg/kg M.S.
Orthophosphate soluble (PO4-P)	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	20 mg/kg M.S.
Chlorure soluble	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	20 mg/kg M.S.
Sulfate soluble (SO4)	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	50 mg/kg M.S.
Nitrate soluble (NO3)	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	20 mg/kg M.S.
Nitrite soluble (NO2)	Spectrophotométrie (UV/VIS)	NF ISO 15923-1	20 mg/kg M.S.
Calcul de l'azote global (NO2+NO3+NTK)	Calcul	Calcul	/
Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation]	NF EN 13342	0.5 g/kg M.S.
Sulfure d'hydrogène (H2S) solubles	Spectrophotométrie	Méthode interne	20 mg/kg M.S.
Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	1 mg/kg M.S.
Cadmium (Cd)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	0.4 mg/kg M.S.
Chrome (Cr)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Cuivre (Cu)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Plomb (Pb)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Zinc (Zn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 54321 - NF ISO 16175-2	0.1 mg/kg M.S.
Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	1 mg/kg M.S.
Cadmium (Cd)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	0.4 mg/kg M.S.
Chrome (Cr)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Cuivre (Cu)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Plomb (Pb)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Zinc (Zn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Calcium (Ca)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	50 mg/kg M.S.
Cobalt (Co)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	1 mg/kg M.S.
Aluminium (Al) après minéralisation Eau Régale	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Fer (Fe)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Magnésium (Mg)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Manganèse (Mn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	1 mg/kg M.S.
Etain (Sn)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	5 mg/kg M.S.
Potassium (K)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	20 mg/kg M.S.
Sodium (Na)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	20 mg/kg M.S.
Silicium (Si)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale]	NF EN ISO 11885	10 mg/kg M.S.
Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone]	NF EN 14039	15 mg/kg M.S.
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)			
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)			
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)			

Afin de relever uniquement métaux issus d'une pollution dans les sédiments (et non ceux d'origine géologique), Il a été choisi d'utiliser la méthode de lixiviation. Elle est radicalement différente de la méthode avec dissolution totale du sédiment qui permet le dosage de la totalité des métaux lourds qui y sont contenus. Cette lixiviation est une attaque acide douce (ménagée) qui dé-sorbe les métaux lourds des particules d'argiles (au sens granulométrique, c'est à dire les particules de taille inférieure à 2 μ). Le phénomène de sorption des métaux lourds sur les argiles est indiqué dans le schéma ci-dessous (Figure 38) :

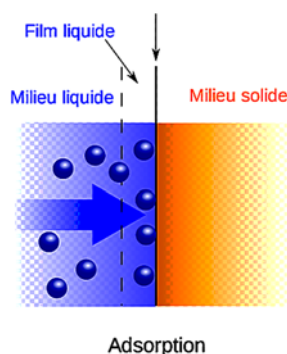


Figure 38: Schéma du phénomène de sorption des métaux lourds sur les argiles

Toutes les particules supérieures à 0,45 microns contenus dans les flacons envoyés à l'analyse sont filtrées. Seul le liquide « filtré » (filtrat) est analysé pour quantifier les éléments solubles (à l'état ionique).

2 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE AU SENEGAL

Une première mission d'échantillonnage a été effectuée sur la rive sénégalaise de la Falémé. Cette mission s'est déroulée du 29 novembre au 10 décembre 2021, pendant la saison sèche. Les échantillons ont été prélevés aussi loin que possible des zones d'orpaillage.

2.1 Planning détaillé de la mission d'échantillonnage

Le planning détaillé de la mission est présenté dans le tableau ci-dessous :

Lundi 29 nov.	7h15	15h15	Dakar - Tamba	Gouvernorat. Récap. du plan d'action avec les experts
Mardi 30 nov.	9h20	16h25	Tamba – Kédougou	Gouvernorat Récap. des tentatives de remédiation de l'impact de l'orpaillage
Mercredi 1 déc.	8h15	9h35	Kédougou	Min. des Mines : entretien avec le Chef de Service
	9h40	10h45	Kédougou - Saraya	Préfecture Saraya
	11h55	12h10	Saraya	Sous-préfecture Bambou
	12h15	12h20	Saraya	Gendarmerie
	12h30	13h15	Saraya	Sous-préfecture Bambou
	14h50	16h05	Saraya – Moussala frontière	Gendarmerie
	16h45	18h30	Moussala frontière	Station 7 (ES + S)
	19h10	20h45	Moussala frontière – Saraya	Nuitée
Jeudi 2 déc.	8h45	10h45	Saraya - Guémédji	Police des frontières
	11h25	12h45	Guémédji	Station 1 (ES + S)
	13h05	13h15	Guémédji	Camp militaire
	13h15	14h00	Guémédji	Station 1 (EP)

	14h00	15h25	Guémédji – Boto (riv.)	
	15h25	16h35	Boto (riv.)	Station 2
	16h50	17h05	Boto (village)	Chef de village
	17h05	17h20	Boto (village) - camp minier lamgold	
	17h20	18h10	camp minier lamgold	Protocole sanitaire anti-Covid
Vendredi 3 déc.	8h05	11h05	camp minier lamgold - Garebouya	Chef de village
	11h30	14h15	Garebouya	Station 6
	14h15	14h50	Garebouya – Satadougou Bafé	Chef de village
	14h50	16h35	Satadougou Bafé	Station 3
	16h45	18h10	Camp minier lamgold	Nuitée
Samedi 4 déc.	8h10	9h10	Camp minier lamgold - Saraya	
	9h40	10h45	Saraya – Kolya	Chef de village
	11h25	12h30	Kolya	Station 10
	13h10	13h50	Kolya - Sanssamba	Station 9
	14h15	15h35	Sanssamba	Station 9
	15h35	15h55	Sanssamba – Moussala frontière	
	15h55	16h20	Moussala frontière	Station 7 (EP)
	16h45	17h55	Moussala frontière - Saraya	
Dimanche 5 déc.	8h00	11h20	Saraya - Sekoto	Chef de village
	12h35	14h00	Sekoto	Station 16
	14h00	18h00	Sekoto - Saraya	
	18h00	18h40	Saraya hôtel	Echantillon background eau
Lundi 6 déc.	6h30	7h00	Saraya hôtel	Expédition éch. Lot 1 vers le correspondant C2S à Dakar, puis la France
	9h40	14h15	Saraya – Kédougou – Tamba	
	16h00	16h25	Tamba	Gouvernorat (dépôt lettre OMVS)
Mardi 7 déc.	8h30	12h00	Tamba - Kidira	Sous-préfet de Bellé Sous-préfet de Kéniéba Ancien député – maire de Kidira, président de l'ONG « Comité de veille de la Falémé »
	15h00	??	Kidira – Arroundou	
	??	??	Arroundou	Station 22 (ES, EP, S)
	18h15	19h15	Arroundou – Kidira	
Mercredi 8 déc.	8h45	10h55	Kidira – Tomboura	Chef de village
	10h55	13h15	Tomboura	Station 18 (ES, EP, S)
	13h15	15h00	Tomboura – Doundé	

Jeudi 9 déc.	15h00	16h25	Doundé	Station 19 (ES, EP, S)
	16h25	17h40	Doundé - Kidira	
	8h25	10h00	Kidira - Ballou	
	10h00	11h30	Ballou	Station 21 (ES, EP, S)
	11h30	12h00	Ballou - Diabougou	
	12h00	13h45	Diabougou	Station 20 (ES, EP, S)
	13h45	15h00	Diabougou – Kidira	Visite d'adieu aux autorités
Vendredi 10 déc.	15h00	18h00	Kidira - Tamba	
	8h25	18h00	Tamba - Dakar	Déchargement du matériel à Dakar, avec mise au froid des échantillons (Lot 2).
Lundi 13 déc			Dakar	Remise du Lot 2 au correspondant du laboratoire C2S pour expédition en France.

Au total, plus de 3000 Km ont été parcourus durant cette mission dans des conditions d'accès difficiles et éprouvantes, pour collecter les échantillons de 13 stations situées tout le long du cours de la Falémé.

A ce stade, il est possible d'affirmer que les 13 stations échantillonnées, telles qu'elles sont réparties sur le cours de la Falémé, sont représentatives pour analyser l'état de la pollution de cette rivière côté Sénégal. En effet, les stations sont réparties de l'amont vers l'aval de manière régulière et surtout elles sont échantillonnées de façon identique entre chaque station, en prenant rigoureusement des eaux et des sédiments non issus des points d'orpaillage (qui eux ne sont pas représentatifs d'une pollution globale mais sont des sources de la pollution).

2.2 Localisation des points de prélèvement

Le choix des stations de prélèvement doit permettre l'analyse de points répartis sur toute la Falémé « sénégalaise » de l'amont vers l'aval (de façon à avoir le cours de la Falémé dans son ensemble : cours supérieur, moyen et inférieur). Il est soumis à un critère d'accessibilité, surtout quand la mission d'échantillonnage est limitée dans le temps. Il a donc fallu ainsi se restreindre à 13 stations de prélèvements (ES - eau de surface = rivière, EP - eau de profondeur = puits et forages, et S - sédiments de la rivière) et 1 station supplémentaire pour l'échantillon de référence en eau ("BackGround").

Les stations de prélèvements de l'amont vers l'aval, sont :

Identifiant	Nom des stations	Date de la prise de l'échantillon
1	Guémédji	02/12/2021
2	Boto rivière (à 2,8km du village du même nom)	02/12/2021
3	Satadougou Bafé	03/12/2021
6	Gareboureya (Garebouya, Gareboureya) (indiqué comme Sansela sur la carte topo)	03/12/2021
7	Moussala frontière	01/12/2021
9	Sansanba	04/12/2021
10	Kolya (Kolia)	04/12/2021

Identifiant	Nom des stations	Date de la prise de l'échantillon
16	Ségoto (Sekhoto, Séroto)	05/12/2021
18	Tomboura	08/12/2021
19	Dounde	08/12/2021
20	Sinthiou Dialiguel (autre nom de Diabougou)	09/12/2021
21	Ballou	09/12/2021
22	Yaféra (Yafara)	07/12/2021
23	Saraya (échantillon background)	05/12/2021

La carte ci-dessous positionne les lieux d'échantillonnés le long de la Falémé :

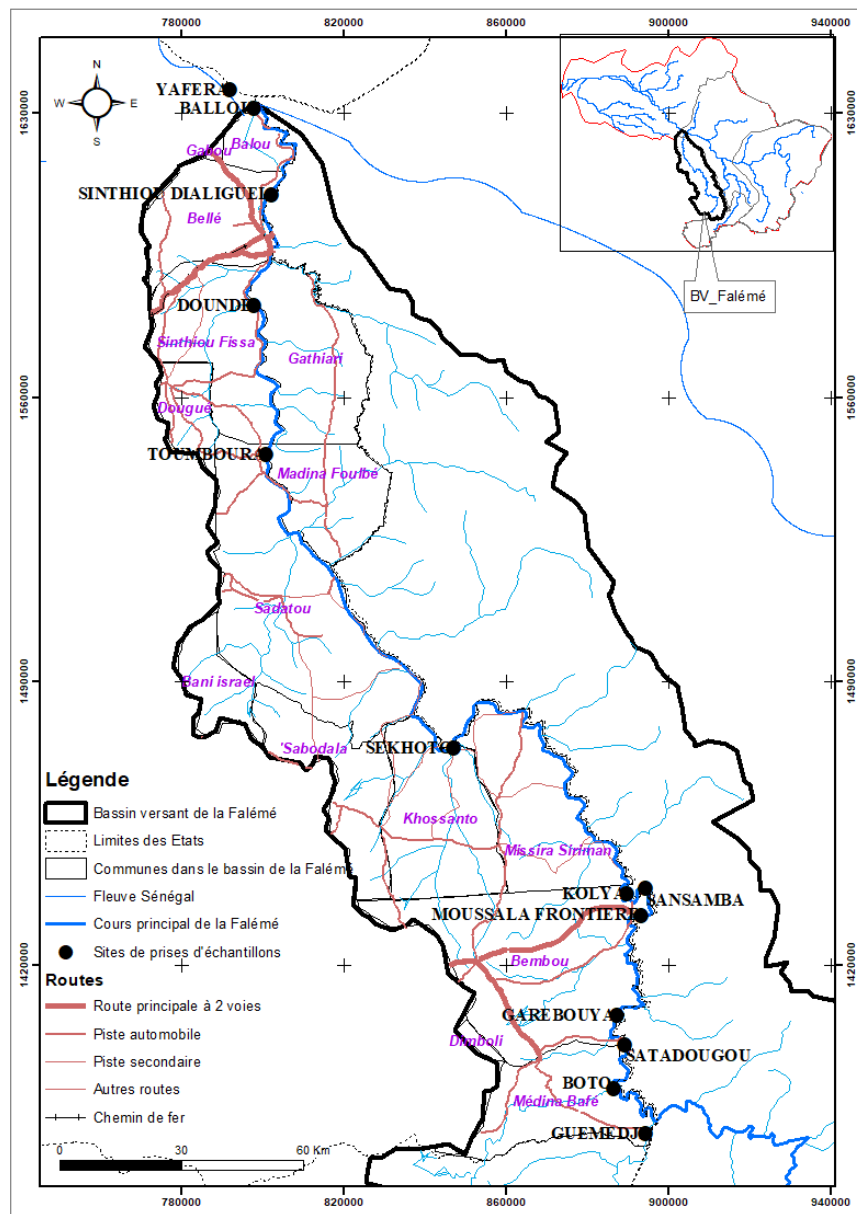


Figure 39: Carte des stations d'échantillonnage le long de la Falémé en rive sénégalaise

Les coordonnées des 13 stations échantillonnées, avec indication du découpage administratif et des cours d'eau, sont présentées dans le tableau suivant :

<i>Stations échantillonnées</i>	<i>Longitude dd – wgs84</i>	<i>Latitude dd – wgs84</i>	<i>Communes</i>	<i>Régions</i>	<i>Cours d'eau</i>
Guémédji	-11,37622	12,44302	Médina Baffé	Kédougou	Balinn Ko - Falémé
Boto	-11,44957	12,54404	Médina Baffé	Kédougou	Falémé
Satadougou Bafé	-11,41322	12,64303	Médina Baffé	Kédougou	Falémé
Gareboureya	-11,43701	12,70373	Bembou	Kédougou	Falémé
Moussala frontière	-11,37998	12,9302	Bembou	Kédougou	Falémé
Sansamba	-11,36791	12,98987	Bembou	Kédougou	Falémé
Kolya	-11,40941	12,98049	Bembou	Kédougou	Falémé
Sékhoto	-11,80093	13,30895	Khossanto	Kédougou	Falémé
Toumboura	-12,21264	13,96344	Toumboura	Tambacounda	Falémé
Doundé	-12,24523	14,31169	Sinthiou Fissa	Tambacounda	Falémé
Sinthiou Dialiguel	-12,21732	14,54506	Bellé	Tambacounda	Falémé
Ballou	-12,23505	14,73889	Ballou	Tambacounda	Falémé
Yaféra	-12,29113	14,78332	Yaféra	Tambacounda	Sénégal

Tableau 31 : Liste des 13 eaux de surface (ES) échantillonnées avec leurs coordonnées géographiques

long wgs84dd	lat wgs84dd	h(m)	wpt ES	fiche num	nom
-11,76787	12,83581	190x		23	SARAYA (BG eau)
-12,29113	14,78332	24	10	22	YAFARA
-12,23376	14,73631	4	19	21	BALLOU
-12,21732	14,54506	34	21	20	SINTHIOU DIALIGUEL
-12,23018	14,29955	31	16	19	DOUNDE
-12,21232	13,96226	30	14	18	TOMBOURA
-11,80081	13,30921	71	119	16	SEGOTO
-11,40945	12,97890	99	103	10	KOLYA
-11,36584	12,99110	120	105	9	SANSANBA
-11,38548	12,92749	97	70	7	MOUSSALA Frontière
-11,43150	12,70277	108	95	6	GAREBOUREYA
-11,41286	12,64208	112	98	3	SATADOUGOU BAFE
-11,42729	12,52956	117	86	2	BOTO
-11,37106	12,44153	134	81	1	GUEMEDI

Pour chaque station, trois échantillons ont été prélevés : une eau de puits / forage, l'eau de la Falémé et les sédiments de la Falémé. Un exemple est montré dans la figure suivante.

Photos accès Falémé : prélèvements eau puis sédiments à Garebouya.

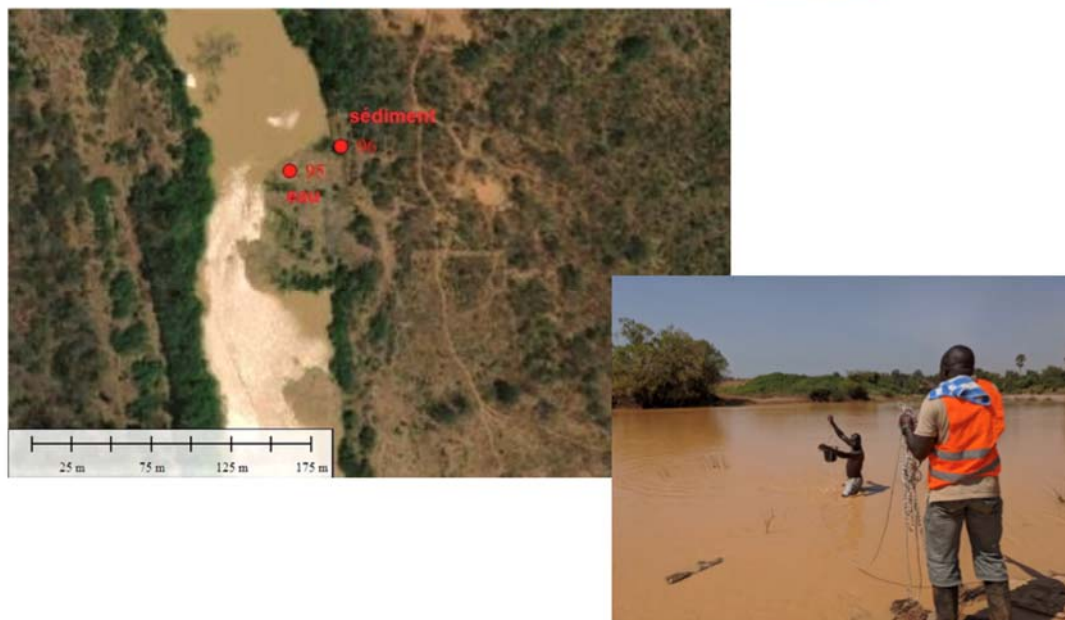


Figure 40: Image satellite montrant la localisation d'un prélèvement et photo de la prise d'échantillons

Tableau 32 : Localisation avec les coordonnées des échantillons d'eaux de la rivière (ES)

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_ES</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,37106	12,44153	134	81	02/12/2021 12:18:13	1	Guémédji
-11,42729	12,52956	117	86	02/12/2021 15:37:16	2	Boto fleuve
-11,41286	12,64208	112	98	03/12/2021 15:25:47	3	Satadoukou Bafé
-11,43150	12,70277	108	95	03/12/2021 12:42:41	6	Gareboureya
-11,38548	12,92749	97	70	01/12/2021 17:23:39	7	Moussala frontière
-11,36584	12,99110	120	105	04/12/2021 14:27:05	9	Sansanba
-11,40945	12,97890	99	103	04/12/2021 11:28:01	10	Kolya
-11,80081	13,30921	71	119	05/12/2021 13:01:34	16	Ségoto
-12,21232	13,96226	30	14	08/12/2021	18	Tomboura
-12,23018	14,29955	31	16	08/12/2021	19	Dounde
-12,21732	14,54506	34	21	09/12/2021	20	Sinthiou Dialiguel
-12,23376	14,73631	4	19	09/12/2021	21	Ballou
-12,29113	14,78332	24	10	07/12/2021	22	Yaféra

Tableau 33 : Localisation avec les coordonnées des échantillons de sédiments de la rivière (S)

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_S</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,37106	12,44153	134	81	02/12/2021 12:18:13	1	Guémédji
-11,42729	12,52956	117	86	02/12/2021 15:37:16	2	Boto fleuve
-11,41310	12,64131	113	99	03/12/2021 15:49:10	3	Satadoukou Bafé
-11,43121	12,70291	109	96	03/12/2021 13:16:06	6	Gareboureya
-11,38548	12,92749	97	70	01/12/2021 17:23:39	7	Moussala frontière
-11,36560	12,99100	121	106	04/12/2021 14:47:54	9	Sansanba
-11,40945	12,97890	99	103	04/12/2021 11:28:01	10	Kolya
-11,80081	13,30921	71	119	05/12/2021 13:01:34	16	Ségoto
-12,21232	13,96226	30	14	08/12/2021	18	Tomboura
-12,23018	14,29955	31	16	08/12/2021	19	Dounde
-12,21732	14,54506	34	21	09/12/2021	20	Sinthiou Dialiguel
-12,23376	14,73631	4	19	09/12/2021	21	Ballou
-12,29113	14,78332	24	10	07/12/2021	22	Yaféra

Tableau 34 : Localisation avec les coordonnées des échantillons d'eaux de puits ou forages (eaux de profondeur ou EP)

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_EP</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,37585	12,44069	177	82	02/12/2021 13:20:58	1	Guémédji
-11,42729	12,52956	117	X	02/12/2021 15:37:16	2	Boto fleuve
-11,41928	12,64183	123	100	03/12/2021 16:17:18	3	Satadougou Bafé
-11,43826	12,70776	125	97	03/12/2021 13:55:41	6	Gareboureya
-11,38007	12,93166	105	108	04/12/2021 16:00:30	7	Moussala frontière
-11,36886	12,99017	100	107	04/12/2021 15:09:07	9	Sansanba
-11,40981	12,97930	98	104	04/12/2021 12:10:11	10	Kolya
-11,79840	13,30528	76	120	05/12/2021 13:35:05	16	Ségoto
-12,21882	13,96712	57	15	08/12/2021	18	Tomboura
-12,23738	14,29722	41	17	08/12/2021	19	Dounde
-12,21904	14,53820	36	22	09/12/2021	20	Sinthiou Dialiguel
-12,23861	14,73562	19	20	09/12/2021	21	Ballou
-12,29276	14,78191	24	11	07/12/2021	22	Yaféra

2.3 Présentation des données de terrain

La gamme des éléments suivants, Hg, Al, As, Cd, Ca, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, K, Zn, Si, Na, Co, Sn, Mn, Mg, CN, Br, NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻, SO₄, PO₄, F, a été sélectionnée sur la base de la composition chimique des roches et des sols, tirée des travaux issue de la littérature du secteur d'étude. Les choix du mercure et du cyanure ont été en outre motivés par leur utilisation, respectivement pour l'amalgamation et la lixiviation dans le traitement de la grave ou des minerais aurifères. Le terme métaux lourds (ou Eléments Traces Métalliques, ETM) est employé pour désigner à la fois certains métaux de transition, métaux pauvres et métalloïdes, tous compris dans la gamme d'éléments métalliques choisis pour cette étude. La gamme des mesures va des ppb, parties par billion, aux ppm, parties par million.

La limite de quantification (LQ) des teneurs des éléments dosés et l'incertitude afférente (en %) sont indiquées, dans les tableaux de résultats du laboratoire C2S, pour chaque matrice et chaque méthode de mesure (annexe 10).

Lorsqu'un un élément chimique a une teneur inférieure à la LQ (symbole <LQ), cela signifie qu'il est présent en si faible quantité que la technique analytique choisie ne peut le détecter. En conséquence, les valeurs inférieures à la LQ n'ont pas été prises en compte. Par ailleurs, vouloir descendre les limites analytiques, par exemple avec d'autres techniques d'analyses, pour démontrer à tout prix la présence de mercure ou cyanure ne semble pas pertinent, vu que les teneurs seraient si faibles qu'elles seraient sans rapport avec les seuils limites de toxicité définis par les différents organismes de santé publique.

Cette campagne d'échantillonnage dans la Falémé, a fourni, pour le mercure et le cyanure, entre 85 et 100% des valeurs inférieures à la LQ pour 13 stations échantillonnées.

2.3.1 Présentation des analyses chimiques

Les résultats des analyses chimiques des eaux et des sédiments, ainsi que les descriptions des méthodes analytiques utilisées par le laboratoire C2S pour les dosages des échantillons de la Falémé sont présentés dans l'annexe 10.

A chaque station d'échantillonnage, les prises d'eau de surface (rivière Falémé), de sédiments et d'eau de profondeur (puits/forages du village le plus proche) sont situées en différents endroits (cf. la méthodologie d'échantillonnage dans le livrable L1, § 2.6). Or, il est indispensable de localiser précisément ces lieux de prélèvements pour ensuite refaire, si nécessaire, une mesure au même endroit. En conséquence, trois tableaux de localisation GPS sont présentés pour chaque médium : eau de surface, sédiment et eau de profondeur. Les libellés de la première ligne des tableaux sont expliqués ci-dessous :

- long_wgs84dd et lat_wgs84dd : coordonnées géographiques de longitude et latitude en degrés décimaux dans le datum WGS 84 mesurées avec des GPS GARMIN@ types MAP62S et OREGON 600 ;
- h(m) : altitude en mètre ;
- wpt : waypoint ou point de cheminement / station fourni par le GPS ;
- ES : eau de surface (fleuve) / S : sédiment / EP : eau de profondeur (puits / forage) ;
- date : jour/mois/année heure : minute : seconde, correspondant à l'heure du « waypoint » ;
- fiche_num : numéro de la fiche de terrain. Ce numéro correspond à celui de la fiche de terrain qui décrit les données à l'endroit de la prise des échantillons ES, S et EP. Il est la référence, ou l'identifiant unique, de la station d'échantillonnage ;
- nom_lieu_ech : nom du lieu d'échantillonnage. C'est le nom du village le plus proche.

Tableau 35 : Localisation des échantillons d'eaux de fleuve (eaux de surface)

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_ES</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,37106	12,44153	134	81	02/12/2021 12:18:13	1	Guémédji
-11,42729	12,52956	117	86	02/12/2021 15:37:16	2	Boto fleuve
-11,41286	12,64208	112	98	03/12/2021 15:25:47	3	Satadoukou Bafé
-11,43150	12,70277	108	95	03/12/2021 12:42:41	6	Gareboureya
-11,38548	12,92749	97	70	01/12/2021 17:23:39	7	Moussala frontière
-11,36584	12,99110	120	105	04/12/2021 14:27:05	9	Sansanba

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_ES</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,40945	12,97890	99	103	04/12/2021 11:28:01	10	Kolya
-11,80081	13,30921	71	119	05/12/2021 13:01:34	16	Ségoto
-12,21232	13,96226	30	14	08/12/2021	18	Tomboura
-12,23018	14,29955	31	16	08/12/2021	19	Dounde
-12,21732	14,54506	34	21	09/12/2021	20	Sinthiou Dialiguel
-12,23376	14,73631	4	19	09/12/2021	21	Ballou
-12,29113	14,78332	24	10	07/12/2021	22	Yaféra

Tableau 36: Localisation des échantillons de sédiments

<i>long_wgs84dd</i>	<i>lat_wgs84dd</i>	<i>h(m)</i>	<i>wpt_S</i>	<i>date</i>	<i>fiche_num</i>	<i>nom_lieu_ech</i>
-11,37106	12,44153	134	81	02/12/2021 12:18:13	1	Guémédji
-11,42729	12,52956	117	86	02/12/2021 15:37:16	2	Boto fleuve
-11,41310	12,64131	113	99	03/12/2021 15:49:10	3	Satadougou Bafé
-11,43121	12,70291	109	96	03/12/2021 13:16:06	6	Gareboureya
-11,38548	12,92749	97	70	01/12/2021 17:23:39	7	Moussala frontière
-11,36560	12,99100	121	106	04/12/2021 14:47:54	9	Sansanba
-11,40945	12,97890	99	103	04/12/2021 11:28:01	10	Kolya
-11,80081	13,30921	71	119	05/12/2021 13:01:34	16	Ségoto
-12,21232	13,96226	30	14	08/12/2021	18	Tomboura
-12,23018	14,29955	31	16	08/12/2021	19	Dounde
-12,21732	14,54506	34	21	09/12/2021	20	Sinthiou Dialiguel
-12,23376	14,73631	4	19	09/12/2021	21	Ballou
-12,29113	14,78332	24	10	07/12/2021	22	Yaféra

Pour comparer les tableaux entre eux, tous les paramètres suivent le même ordre et tous les graphiques montrent la distribution des concentrations obtenues le long d'une coupe Sud - Nord (amont - aval) de la Falémé. Tous ces graphiques seront commentés dans le prochain chapitre §2.1 : « Interprétation des résultats des analyses du présent projet ».

2.3.1.1 Dans les eaux

Les résultats obtenus sur l'ensemble des stations d'échantillonnage d'eau de profondeur (Tableau 37) prouvent que, dans la rivière Falémé, Al, Fe, Ni, Co, Cr, Cd, Cu, Pb, Zn, Sn, CN totaux, et Hg, ne dépassent pas les valeurs seuils réglementaires (valeurs seuil réglementaires en France, INERIS-DRC-17-164559-10404A, en annexe 10). Par contre, l'arsenic à Sansanba se rapproche de la valeur seuil de 10 micro g/L, avec une concentration de 8 micro g/L dans l'eau de forage.

Tableau 37 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

Métaux EAU SOUTERRAINE		GUEMEDJI '201	SATADOU BAFE '203	GAREBOUREYA '206	MOUSSALA frontière '207	SANSANBA aval '209	KOLYA '210	SEKHOTO '216	TOMBOURA '218	DOUNDE '219	Synthiou Dialiguel '220	BALLOU '221	YAFFERA '222	SARAYA 'BGEF	Puits Sud Nord
Aluminium (Al)	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0,32	<0.05	
Fer (Fe)	mg/l	0,11	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,03	<0.01	0,03	0,05	0,02	
Magnésium (Mg) dissous	mg/l	10,9	27,8	21	16,8	13	19	18,2	14,8	44,4	25,5	49,9	2,52	20,9	
Nickel (Ni)	mg/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	
Cobalt (Co)	µg/l		0,71	<0.20	<0.20	0,33	0,42	1,35	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	
Chrome (Cr)	mg/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	
Manganèse (Mn)	µg/l	50,7	148	2,32	2,29	199	189	377	55,1	67,6	94,4	43,7	24,2	24	
Cadmium (Cd)	mg/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	
Cuivre (Cu)	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Plomb (Pb)	mg/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	
Zinc (Zn)	mg/l	0,03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,12	<0.02	<0.02	0,15	<0.02	
Etain (Sn)	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Mercure (Hg)	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	
Arsenic (As)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,008	<0.005	0,005	<0.005	0,007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	

Dans les **eaux de surface** (43) Ni, Cr, Cd, Cu, Pb, Zn, Sn, CN totaux, Hg et As., ne dépassent jamais les valeurs seuils réglementaires (annexe 10 : valeurs seuil réglementaires en France, INERIS-DRC-17-164559-10404A). Par contre, l'aluminium (sauf à Guémédji) et le fer, dépassent les valeurs seuils recommandées qui sont 200 µg/L (0,2 mg/L) pour l'aluminium, 200 µg/L pour le fer.

Tableau 38: Analyse des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

Métaux EAU DE SURFACE		GUEMEDJI '101	BOTO '102	SATADOU BAFE '103	GAREBOUREYA '106	MOUSSALA frontière '107	SANSANBA aval '109	KOLYA '110	SEKHOTO '116	TOMBOURA '118	DOUNDE '119	Synthiou Dialiguel '120	BALLOU '121	YAFFERA '122	Eau de surface Sud Nord
Aluminium (Al)	mg/l	<0.05	0,54	1,74	0,51	2,35	1,69	2,16	1,34	1,32	1,15	1,61	1,59	0,54	
Fer (Fe)	mg/l	0,49	0,79	3,02	0,28	3,55	2,57	3,16	1,47	1,42	1,24	1,91	1,9	0,6	
Magnésium (Mg)	mg/l	3,32	2,62	2,66	2,77	2,6	2,68	2,68	2,63	2,95	2,73	3,16	3,27	2,28	
Nickel (Ni)	mg/l	<0.005	0,007	0,008	0,005	0,008	0,006	0,007	0,006	<0.005	<0.005	0,006	<0.005	<0.005	
Cobalt (Co)	µg/l	<0.20	12,8	14,1	9,5	10,2	8,44	11,3	8,69	5,45	5,57	5,63	4,56	1,32	
Chrome (Cr)	mg/l	<0.005	<0.005	0,007	<0.005	0,011	0,008	0,01	<0.005	<0.005	<0.005	0,006	0,006	<0.005	
Manganèse (Mn)	µg/l	22,8	248	271	160	168	152	233	191	157	144	159	128	47	
Cadmium (Cd)	mg/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	
Cuivre (Cu)	mg/l	<0.01	0,02	0,02	<0.01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0.01	
Plomb (Pb)	mg/l	<0.005	<0.005	0,007	<0.005	0,006	0,006	0,01	0,007	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Zinc (Zn)	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0,08	<0.02	<0.02	<0.02	
Etain (Sn)	µg/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Mercure (Hg)	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	
Arsenic (As)	mg/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	

Pour les éléments mercure et cyanures totaux, à part les eaux de surface de la station de Kolya, aucune station ne dépasse les valeurs seuils réglementaires (1 µg/L pour Hg et 50 µg/L pour CN Totaux). Les concentrations analysées sont reportées dans les tableaux ci-dessous, où le seul « point chaud » détecté est dans les eaux de surface de la station de Kolya (Station 10), avec une valeur de 17 µg/L.

Tableau 39: Analyse du mercure et des cyanures totaux dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé

Eau de surface	Unités	101	102	103	106	107	109	110	116	118	119	120	121	122
		Guémédji	Boto	Satadou Bafé	Gareboureya	Moussala frontière	Sansanba aval	Kolya	Sekhoto	Tomboura	Doundé	Synthiou Dialiguel	Ballou	Yafféra
Cyanures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercuré	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Eau profonde	Unités	101	102	103	106	107	109	110	116	118	119	120	121	122
		Guémédji	Boto	Satadou Bafé	Gareboureya	Moussala frontière	Sansanba aval	Kolya	Sekhoto	Tomboura	Doundé	Synthiou Dialiguel	Ballou	Yafféra
Cyanures totaux	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercuré	µg/L	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

En complément des métaux lourds, les anions et cations ont été analysés dans les eaux de surface et dans les eaux de profondeur (Tableaux ci-dessous).

Tableau 40: Analyse des anions et cations dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

EAU SOUTERRAINE	Unités	GUEMEDJI '201	SATADOU BAFE '203	GAREBOUREYA '206	MOUSSALA frontière'207	SANSANBA aval'209	KOLYA '210	SEKHOTO '216	TOMBOURA '218	DOUNDE '219	Synthiou Dialiguel '220	BALLOU '221	YAFFERA '222	SARAYA 'BGEF	Puits Sud	Nord
Titre Alcalimétrique	*F	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00		
Titre Alcalimétrique Complet	*F	16	22,4	11,3	6,8	17,1	38,1	31	17,6	35,1	17,2	31,8	<2.00	20		
Carbonates (CO3) Hydrogencarbonates (HCO3)	mg CO3/l	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	<24.0	0	<24.0		
	mg HCO3/l	146	225	88,9	33,8	159	416	329	166	379	161	339	0	195		
Sulfates (SO4)	mg/l	357	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	23	64,4	19,7	30,4	23,9	57,7	23,9	<5.00		
Nitrates -	mg NO3/l	<1.00	15,3	76,5	83,2	7,25	117	152	135	191	157	216	<1.00	<1.00		
	mg N-NO3/l	<0.20	3,44	17,27	18,8	1,64	26,4	34,26	30,43	43,19	35,39	48,76	<0.20	<0.20		
Nitrites -	mg NO2/l	<0.04	0,04	<0.04	<0.04	<0.04	0,08	0,25	0,22	0,15	0,1	<0.04	<0.04	<0.04		
	mg N-NO2/l	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,03	0,08	0,07	0,05	0,03	<0.01	<0.01	<0.01		
Chlorures - Urtnopnospnates (PO4)	mg/l	1,58	12,1	34,9	62,6	7	72,1	77,8	42	65,9	61,4	154	1,4	1,24		
	mg PO4/l	0,21	0,27	0,17	<0.10	0,19	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,13		
Fluorures	mg/l	0,41	0,26	0,15	0,1	0,32	0,19	0,36	0,28	0,52	0,45	0,45	<0.1	0,4		
Sodium (Na) dissous	mg/l	27,3	18,1	19,7	34,9	45	26	65,7	64,8	80,2	74,1	96,2	1,66	22,2		
Calcium (Ca) dissous	mg/l	165	41,1	38,4	29,1	14,1	132	118	71	118	61,7	154	4,4	28,6		
Potassium (K) dissous hydrogène sulfure (H2S)	mg/l	5,69	3,68	5,32	4,19	1,58	3,45	1,92	2,32	2,79	2,98	5,77	1,06	1,45		
	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
Silicium (Si)	mg/l	41,5	32,2	51,8	16,3	22,5	20,8	19,1	17	17,5	26,5	14,7	5,7	49,3		

Tableau 41: Analyse des anions et cations dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

EAU DE SURFACE	Unités	GUEMEDJI '101	BOTO '102	SATADOU BAFE '103	GAREBOUREYA '106	MOUSSALA frontière'107	SANSANBA aval'109	KOLYA '110	SEKHOTO '116	TOMBOURA '118	DOUNDE '119	Synthiou Dialiguel '120	BALLOU '121	YAFFERA '122	Eau de surface Sud	Nord
Titre Alcalimétrique (TA)	*F	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<4.00	<4.00	<4.00	<4.00	<2.00		
Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	*F	3,9	2,9	3,1	2,9	2,9	2,9	2,7	3,1	<4.00	4,4	<4.00	<4.00	2,5		
Carbonates (CO3) Hydrogencarbonates (HCO3)	mg CO3/l	<22.8	<10.2	<13.3	<10.3	<10.6	<10.4	<8.40	<12.7	0	<4.80	0	0	<6.48		
	mg HCO3/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sulfates (SO4)	mg/l	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	5,26	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00	<5.00		
Nitrates -	mg NO3/l	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	1,01	1,22	1,2	1,32	1,63	<1.00		
	mg N-NO3/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,22	<0.20	0,23	0,28	0,27	0,3	0,37	<0.20		
Nitrites -	mg NO2/l	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04		
	mg N-NO2/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Chlorures -	mg/l	<1.00	1,21	<1.00	<1.00	<1.00	1,08	1,37	1,11	<1.00	<1.00	<1.00	6,64	1,06		
Orthophosphates (PO4) -	mg PO4/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,22	<0.10		
Fluorures	mg/l	<0.1	0,1	0,1	0,1	0,18	<0.1	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	<0.1		
Sodium (Na)	mg/l	1,89	2,4	2,38	2,25	2,26	2,31	2,37	2,41	2,28	2,26	2,55	2,65	1,61		
Calcium (Ca)	mg/l	9,2	4,6	5,1	5,2	4,8	5	4,7	5,3	5,8	5,3	6	6,2	3,7		
Potassium (K)	mg/l	0,7	0,79	0,85	0,75	0,82	0,79	0,78	0,9	0,89	1,09	1,06	1,09	1,02		
Hydrogène sulfuré (H2S)	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
Silicium (Si)	mg/l	8,86	10,2	9,81	9,86	11,9	11	11,5	10,8	10,4	9,19	11	10,2	6,92		

Les seules eaux avec des valeurs supérieures aux valeurs seuil réglementaires et qui sont inconsommables par l'Homme, sont :

- Les eaux de profondeur de Guémédji, avec 357 mg/l de sulfates (> à la valeur seuil de 250 mg/l) ;
- Les eaux de profondeur de toutes les stations, sauf Guémédji, avec trop de nitrates (> à la valeur seuil de 1 mg/l) ;
- Les eaux de surfaces de Sékhoto, Tomboura, Doundé, Synthiou D., et Ballou avec trop de nitrates (> à la valeur seuil de 1 mg/l).

2.3.1.2 Dans les sédiments

Les résultats obtenus sur l'ensemble des stations d'échantillonnage de sédiments de la Falémé montrent qu'à part l'étain et les cyanures totaux, tous les métaux ont pu être détectés. Leurs concentrations sont plus ou moins fortes, en fonction de l'élément et en fonction du point de prélèvement. Par exemple, le cadmium n'a été détecté qu'à Moussala (0,67 mg/Kg MS) et à Kolya (0,4 mg/Kg MS). Ces concentrations sont sous la valeur de 0,8 mg/Kg MS, considérée comme le niveau de base, une pollution débiterait à partir de 5 mg/Kg MS (valeurs seuils pour les sols, recommandées par l'INERIS et le BRGM, Tableau présenté ci-dessous). L'aluminium, le fer et le magnésium donnent les concentrations les plus fortes, de 5160 mg/Kg MS à 17900 mg/Kg MS pour l'aluminium, de 16100 mg/Kg MS à 79800 mg/Kg MS pour le fer et de 734 à 4440 mg/Kg MS pour le magnésium. Les valeurs de ces éléments sont fortes, car elles sont corrélées au substratum géologique du Bassin de la Falémé. De plus, étant aussi corrélées à la granulométrie du sédiment analysé et à son taux d'argiles, il est ardu de commenter les valeurs obtenues.

Les autres métaux lourds détectés dans les sédiments de la Falémé sont par concentration maximale croissante (lire la colonne de gauche, puis celle de droite) :

Unité : mg/Kg MS	Unité : mg/Kg MS
manganèse : 152 à 736	nickel : 10 à 57,5
arsenic : 3,39 à 263	zinc : 12,4 à 43,4
chrome : 43,4 à 216	cobalt : 9,96 à 29,1
cuivre : 9,31 à 115	plomb : 6,09 à 18,2

Le mercure n'a été détecté qu'à Moussala (0,11 mg/Kg MS) et à Kolya (0,10 mg/Kg MS). Le cyanure n'a jamais été détecté dans les sédiments. Contrairement aux eaux, il n'y a pas de valeurs seuils en métaux lourds dans les sols, leurs concentrations étant très liées aux teneurs en argiles et en fer du sédiment, et à la géochimie du substratum. Pour un sédiment, seule la fraction argileuse (granulométrie < à 2 mm) doit être analysée. Mais, même sur cette fraction, une grande variabilité des valeurs peut être obtenue en fonction du fond géochimique de la zone étudiée (donc de la géologie). Il est donc difficile de fixer des valeurs seuils. Seules des recommandations peuvent être faites, comme par exemple, les valeurs dans le tableau ci-dessous donnant les "niveaux-guides d'appréciation de la pollution du sol aux Pays-Bas (d'après Moen et al., 1985), tableau cité par le BRGM en France.

Tableau 42 : Niveaux-guides d'appréciation de la pollution du sol aux Pays-Bas (d'après Moen et al., 1985)

MATRICE Métaux/Concentration	TERRE (mg/kg substance sèche)			EAU SOUTERRAINE (µg/l)		
	A	B	C	A	B	C
Cr	100	250	800	1	50	200
Co	20	50	300	20	50	200
Ni	35	100	500	15	50	200
Cu	36	100	500	15	50	200
Zn	140	500	3000	150	200	800
As	29	30	50	10	30	100
Mo	10	40	200	5	20	100
Cd	0,8	5	20	1,5	2,5	10
Sn	20	50	300	10	30	150
Ba	200	400	2000	50	100	500
Hg	0,3	2	10	0,05	0,5	2
Pb	85	150	600	20	50	200

A : Niveau de base - B : Nécessite une étude - C : Nécessite une action curative

Les résultats des analyses des métaux lourds dans les sédiments prélevés lors de cette mission sont présentés dans le tableau suivant en mg/Kg de Matière Sèche (MS). Les concentrations en mercure et en cyanures totaux sont présentées dans un tableau à part, pour une meilleure lecture.

Tableau 43 : Analyse des métaux lourds dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord. Le mercure et les cyanures totaux sont rappelés dans le tableau inférieur

Métaux SEDIMENTS	Unités	GUEMEDJI '301	BOTO '302	SATADOU BAFÉ '303	GAREBOUREYA '306	MOUSSALA frontière '307	SANSANBA aval '309	KOLYA '310	SEKHOTO '316	TOMBOURA '318	DOUNDE '319	Synthiou Dialiguel '320	BALLOU '321	YAFFÉRA '322	Sédiments Sud Nord
Aluminium (Al)	mg/kg M.S	12600	16500	14300	21200	14000	17900	16500	10300	5160	9430	8990	11000	9330	
Fer (Fe)	mg/kg M.S	37800	50400	39100	70000	79800	59100	66700	28700	16100	26100	20600	24100	21100	
Magnésium (Mg)	mg/kg M.S	1630	2790	2110	4440	2070	2590	2800	1330	734	1530	1280	1740	1510	
Nickel (Ni)	mg/kg M.S	20,4	34,9	24	57,5	38,1	37,5	40	17,5	10	18,9	14,3	17,6	15,5	
Cobalt (Co)	mg/kg M.S	19	25	14,9	35,6	17,6	28,9	29,1	10,1	6,41	13,1	9,96	12,8	10,7	
Chrome (Cr)	mg/kg M.S	110	159	121	216	172	159	151	62,6	45,5	63,1	39,7	46,2	43,4	
Manganèse (Mn)	mg/kg M.S	458	547	172	736	416	628	603	152	163	316	259	407	401	
Cadmium (Cd)	mg/kg M.S	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,67	<0,40	0,4	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	
Cuivre (Cu)	mg/kg M.S	21,3	32,9	27,7	64,4	115	42,6	46,6	21,2	9,31	19,4	13,7	17,4	13,5	
Plomb (Pb)	mg/kg M.S	16,3	15,6	16	18,2	17,8	17,3	17,8	10,1	6,09	9,82	7,58	10,1	7,91	
Zinc (Zn)	mg/kg M.S	41,1	37,7	30,9	43,4	34,4	38,3	39,4	25,5	12,4	23,3	16,8	21,7	19,2	
Etain (Sn)	mg/kg M.S	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Cyanures totaux	mg/kg M.S	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Mercure (Hg)	mg/kg M.S	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Arsenic (As)	mg/kg M.S	5,38	17,9	8,91	36,5	263	62,4	114	16,9	3,81	12,4	6,7	6,43	3,39	
Sédiments	Unités	101	102	103	106	107	109	110	116	118	119	120	121	122	
Cyanures totaux	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Mercure	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	

A ces résultats sur le mercure, il faut ajouter ceux, obtenus sur des doublons de sédiments prélevés et analysés dans les mêmes conditions que les échantillons. En effet, pour chaque échantillon prélevé, pour les 13 stations reportées sur le graphe ci-dessous, l'échantillon prélevé a été divisé en deux (l'échantillon - en orange sur le graphe - et son doublon en bleu). Ainsi, les doublons situés à Guémédji, Gareboureya, Moussala frontière, Sansanba et Kolya ont une concentration en mercure, détectée par la méthode d'analyse choisie, c'est à dire, une concentration

au-dessus ou égale à la limite de quantification (LQ = 0,10 mg/Kg MS). Cependant, pour tous ces doublons, et aussi pour les échantillons correspondants, les concentrations se situent toutes non loin de la LQ, ce qui fait que, par exemple pour Guémédji, Gareboureya, Sansanba, aucune barre orange ne peut être reportée sur le diagramme si la concentration est inférieure à la LQ.

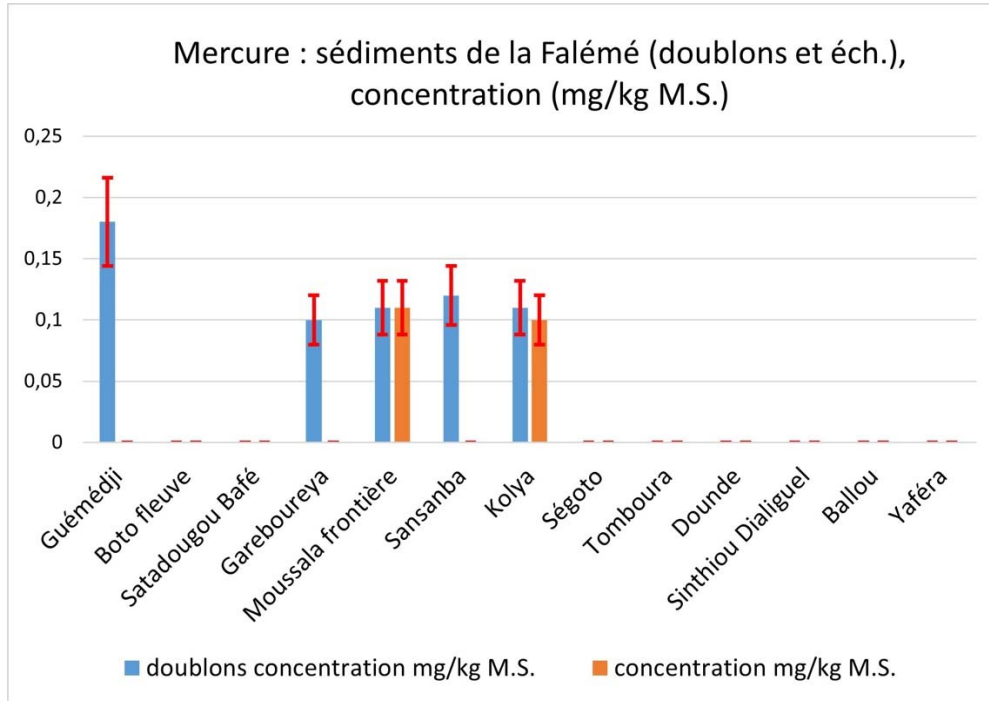


Figure 41 : Graphique montrant la concentration en mercure dans les différentes stations d'échantillonnages

Les anions et les cations ont été analysés dans les différents échantillons de sédiments prélevés dans la Falémé. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 44 : Analyse des anions et cations dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

SEDIMENTS	Unités	GUEMEDJI '301	BOTO '302	SATADOU BAFE '303	GAREBOUREYA '306	MOUSSALA frontière '307	SANSANBA aval '309	KOLYA '310	SEKHOTO '316	TOMBOURA '318	DOUNDE '319	Synthiou Dialiguel '320	BALLOU '321	YAFFERA '322	Sédiments Sud Nord
Matière sèche (Boue ; Sédiment - NF EN)	% P.B.	60,7	63,8	75,1	59,5	73,5	64,2	67,2	75,1	79	73,3	74,9	74,8	76,1	
Sulfate soluble (SO4)	mg/kg M.S.	<83,0	119	290	156	82	<79,5	<71,1	86,4	<59,5	<64,0	72,9	<64,8	108	
Nitrate soluble (NO3)	mg/kg M.S.	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	46,6	<20,0	<20,0	<20,0	21,7	<20,0	
Nitrite soluble (NO2)	mg/kg M.S.	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	1,8	0,7	0,6	0,7	<0,5	0,6	<0,5	0,7	<0,5	0,5	<0,5	0,6	<0,5	
Calcul de l'azote global (NO2+NO3+NTK)	g/kg M.S.	1,8	0,7	0,6	0,7	<0,50	0,6	<0,50	0,71	<0,50	0,5	<0,50	0,6	<0,50	
Chlorure soluble	mg/kg M.S.	157	43	79,3	46,6	68,6	26,1	245	30,8	<20,0	<20,0	23,6	<20,0	374	
Orthophosphate soluble (PO4-P)	mg/kg M.S.	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	<20,0	
Sodium (Na)	mg/kg M.S.	46,7	68,6	97,5	68	40,9	52	44,7	37,9	34,9	59,3	48,2	72,7	37,2	
Calcium (Ca)	mg/kg M.S.	1160	1470	1620	1920	924	1430	1160	1300	741	1540	1070	1790	1220	
Potassium (K)	mg/kg M.S.	1020	1370	822	1690	867	1100	1070	522	321	596	650	823	558	
Silicium (Si)	mg/kg M.S.	232	456	496	392	382	355	406	327	276	400	350	316	328	

Les sédiments de la Falémé contiennent du silicium, du potassium, du sodium et du calcium qui reflètent la nature du substratum du bassin de la Falémé. Les valeurs ne peuvent être considérées comme anormales, même si elles varient en fonction des stations de prélèvement. Pour les anions, il faut observer que les ions phosphate sont absents, de même que les nitrates (sauf à Sékhoto et Ballou), et les nitrites. Des chlorures ont été détectés, avec des concentrations de 245 mg/Kg MS à Kolya, de 157 mg/Kg MS à Guémédji, de 374 mg/Kg MS à Yafféra, maximum trouvé, et des valeurs plus faibles de l'ordre de la dizaine de mg/Kg MS dans les autres stations, sauf à Tomboura, Doundé et Ballou où les chlorures n'ont pas été détectés.

2.3.2 Présentation des mesures hydrocarbures (HCT C10-C40) au Sénégal

La Figure 42 révèle le côté erratique de la distribution en polluant HCT. Globalement, les valeurs sont légèrement plus hautes dans la zone amont de la Falémé.

Aucune irisation n'a été constatée durant la mission à la surface de l'eau en rivière ou dans les puits / forages.

Toutes les valeurs HCT dans les eaux de surface et de profondeur sont sous les limites de quantification.

Des valeurs sont détectées dans les sédiments, mais elles restent partout très faibles, aucune pollution significative en HCT n'a été observée au droit des 13 prélèvements réalisés.

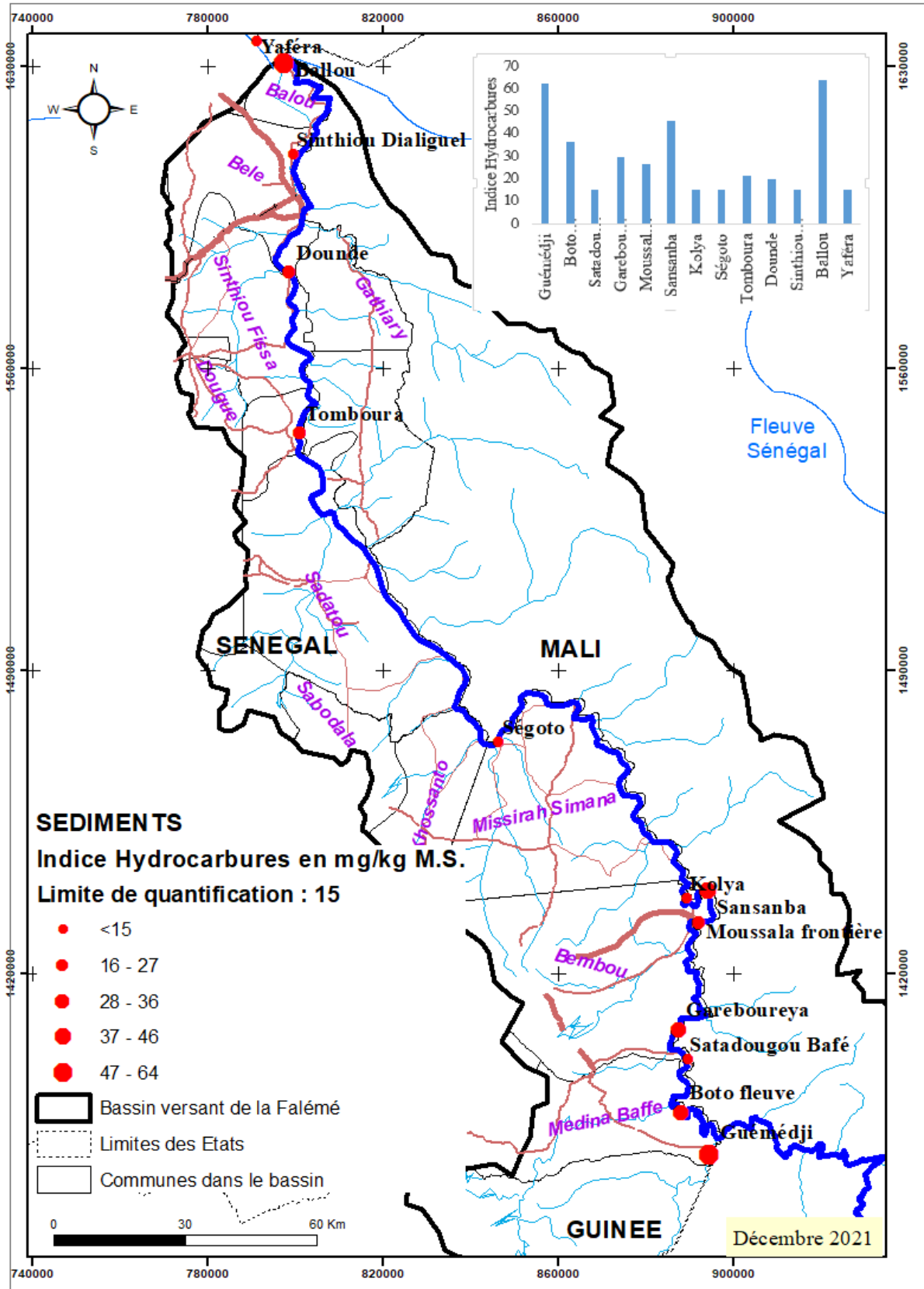


Figure 42 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé à travers l'indice hydrocarbures, au Sénégal (Décembre 2021)

2.3.3 Présentation des mesures physico-chimiques.

Différents paramètres physico-chimiques des eaux ont été mesurés sur le terrain. Ils sont reportés dans les fiches de terrain, numérotées de 1 à 23 (annexe 15). Les résultats sont compilés dans les deux tableaux suivants, pour les eaux de profondeur et les eaux de surface. Les coordonnées géographiques (GPS) de chaque station ont déjà été présentées dans les tableaux du paragraphe 2.3 ci-dessus.

Tableau 45 : Paramètres physico-chimiques des eaux de surface dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons

Paramètres	T° Air	T° Eau	Oxygène dissous	Pression atmosphérique	Saturation en O2	Conductivité 20 ou 25°C	pH
Unités Sites	°C	°C	O2 mg /L	hPa	%	µs/cm	Unité pH
Guémédji	30	26,2	7,46	1009	94,2	55,2	7,58
Boto fleuve	30	27,9	7,06	1007	92	39,2	7,67
Satadougou Bafé	35	26,7	6,84	1008	90,3	38,1	7,50
Gareboureya	36	26,3	7,3	1006	93,8	40,1	7,71
Moussala frontière	31	26,8	7,07	1009	91,9	38,7	7,85
Sansanba	35	26,7	7,52	1009	96,1	40,3	7,88
Kolya	32	24,6	7,65	1009	95	39,8	7,54
Ségoto	35	25,6	7,62	1009	93,3	41,6	7,78
Tomboura	34	24,6	7,53	1008	94,6	42,7	7,85
Dounde	34	27,3	7,51	X	97,7	43,3	8,13
Sinthiou Dialiguel	36	24,4	7,8	1006	96,1	44,9	8,40
Ballou	29	21,9	8,02	1007	94,7	47,6	8,08
Yaféra	X	25,1	7,64	X	95,9	33,6	8,06
Moyenne	33,1	25,7	7,5	1007,9	94,3	41,9	7,8
Maximum	36,0	27,9	8,0	1009,0	97,7	55,2	8,4
Minimum	29,0	21,9	6,8	1006,0	90,3	33,6	7,5
Etendue	7,0	6,0	1,2	3,0	7,4	21,6	0,9
Ecart-type	2,5	1,6	0,3	1,2	2,0	5,3	0,3
Coef. de variation	0,08	0,06	0,04	0,00	0,02	0,13	0,03

Tableau 46 : Paramètres physico-chimiques des eaux de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons

Paramètres	Température Air	Température Eau	Oxygène Dissous	Pression Atmosphérique	Saturation en O2	Conductivité 20 ou 25°C	pH
Unités Sites	°C	°C	O ₂ mg /L	hPa	%	µs/cm	
Guémédji	32	X	X	X	X	56,5	7,11
Boto fleuve	32	X	X	X	X	X	X
Satadougou Bafé	34	31,0	3,92	1008	54,9	33,2	7,43
Gareboureya	37	29,6	5,21	1006	69,7	32,3	7,21
Moussala frontière	33	30,2	5,67	1009	76,9	33,3	7,25
Sansamba	36	30,7	3,18	1009	42,8	23,6	7,23
Kolya	33	27,1	3,92	1009	51	77,6	7,27
Ségoto	36	30,4	3,79	1009	51	82,2	7,25
Tomboura	35	31,5	2,88	1008	38,8	50,2	7,75
Dounde	35	31,1	4,03	X	54,8	81,6	7,39
Sinthiou Dialiguel	37	31,7	3,24	1006	44,3	55,6	7,18
Ballou	31	28,4	6,41	1007	82	105,1	7,49
Yaféra	X	27,7	7,85	X	100	46,3	7,76
Saraya	29	30,7	6,52	1010	89,3	52,9	7,47
Moyenne	33,8	30,0	4,7	1008,1	63,0	56,4	7,4
Maximum	37,0	31,7	7,9	1010,0	100,0	105,1	7,8
Minimum	29,0	27,1	2,9	1006,0	38,8	23,6	7,1
Etendue	8,0	4,6	5,0	4,0	61,2	292,8	0,6
Ecart-type	2,4	1,5	1,6	1,4	20,1	0,55	0,2
Coef. de variation	0,07	0,05	0,34	0,00	0,32	565	0,03

2.3.3.1 Le pH des eaux

Le pH ou potentiel hydrogène mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, un pH 7 est dit neutre alors qu'un pH plus petit que 7 est acide et qu'un pH plus grand que 7 est basique. Le pH de l'eau doit se situer entre 6,5 et 9 afin d'assurer la protection de la vie aquatique (CRE-Laurentides, 2009). La basicité est aussi nommée l'alcalinité.

■ Mesure du pH avec la sonde

Le pH des stations varie entre 7,5 et 8,4 pour les eaux superficielles (ES) et entre 7,1 et 7,8 pour les eaux de profondeur (EP) avec respectivement une moyenne de 7,8 et 7,4 (Tableaux 50 et 51). L'eau de surface apparaît légèrement plus basique que l'eau souterraine. L'amplitude des valeurs du pH est supérieure dans les eaux de surface. Selon les données recueillies, les stations aval (Doundé, Sinthiou Dialiguel, Ballou et Yaféra) ont un pH plus élevé que les stations amont (Guémédji,

Boto fleuve, Satadougou Bafé...). La transition du pH entre les deux séries (ES et EP) n'est pas nette car les valeurs se superposent.

▪ **Mesure du pH avec les bandelettes**

Le « pH bandelette » varie pour les ES de 5,5 à 6,5 et pour les EP de 6,5 à 7,5. L'amplitude des valeurs « pH bandelette » est identique entre les ES et les EP. Les ES sont plus acides que les EP (ce qui confirme les mesures faites avec la sonde), avec une transition nette à pH 6,5 entre les deux séries de mesures. L'amplitude des valeurs du « pH bandelette » est identique entre les ES et les EP. Ce pH légèrement acide dans la rivière nécessiterait de surveiller la vie aquatique.

Tout le long de la Falémé dans la zone des mines (cours amont de la Falémé), les minerais extraits par les EMAPE, une fois traités gravitairement, forment des tas (tailings) à la sortie des sluices. En plusieurs endroits, dans les cas de vieux tas de tailings (donc bien oxydés), des solutions minérales de couleur rouille s'en écoulent. Ce type de suintement caractérise un drainage acide. Il est provoqué par la percolation d'eau sur des tas de solides excavés contenant des sulfures ou par l'ennoiement de ces tas sur les berges de la Falémé.

Le drainage acide des tailings dans le cours supérieur de la Falémé risque d'ailleurs d'être amplifié par deux phénomènes :

- Le fort taux d'oxygène dans la rivière qui favorise l'oxydation ;
- La pluviométrie de la région (env. 800 mm/an, la plus forte du Sénégal, avec celle de Ziguinchor) qui favorise le ruissellement et donc le drainage acide.

2.3.3.2 Température des eaux

Les données obtenues varient entre 21,9°C et 27,9°C pour une moyenne de 25,7°C pour les eaux superficielles - ES - (Tableau 50) et entre 27,1°C et 31,7°C pour une moyenne de 30,0°C pour les eaux de profondeur - EP - (Tableau 51). Pour les eaux de surface, la station de Boto fleuve, dans la partie amont, a enregistré la température la plus élevée (27,9°C), alors que la station de Ballou, dans la partie aval, a enregistré la température la plus faible (21,9°C). Quant aux eaux de profondeur, la station de Sinthiou Dialiguel, dans la partie aval, a enregistré la température la plus élevée (31,7°C), alors que la station de Kolya, dans la partie centre, a enregistré la température la plus faible (27,1°C).

2.3.3.3 Oxygène dissous

L'oxygène dissous est la quantité d'oxygène présente en solution dans l'eau à une température donnée. Indispensable dans les eaux, elle sert à la respiration des espèces aquatiques. En effet, chaque organisme a besoin d'une concentration minimale afin de survivre. Ainsi, l'oxygène dissous est un bon indicateur de la santé d'un cours d'eau. Selon le MDDELCC, les concentrations en oxygène dissous doivent être supérieures à 5 mg/l pour une température d'eau se situant entre 20 et 25°C afin d'assurer la protection de la vie aquatique (CRE-Laurentides, 2009). L'eau courante des ruisseaux et rivières contient généralement environ 10 mg/l de O₂ dissous. Si elle est polluée, cette concentration diminue. La plupart des poissons ont besoin d'au-moins 7 mg/l pour vivre.

Les eaux de profondeur – EP - (forages et puits) contiennent entre 2,88 et 7,85 mg/l d'oxygène dissous. Les eaux de surface -ES- de la Falémé, mieux oxygénées, en

contiennent entre 6,84 et 7,65 mg/l. L'amplitude des mesures d'oxygène dissous varie de presque 5 mg/l pour EP et d'un peu moins de 1 mg/l pour ES.

2.3.3.4 Taux de saturation en oxygène

Le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir à une température donnée (Groupe d'éducation et d'éco surveillance de l'eau (G3E, 2013). En pourcentage de saturation, cela signifie qu'avec moins de 60 %, le taux d'oxygène est faible, entre 60 à 79 %, le taux d'oxygène est acceptable pour la plupart des organismes d'eau courante, entre 80 à 125 %, le taux d'oxygène est excellent pour la plupart des organismes d'eau courante, avec 125 % ou plus, le taux d'oxygène est trop élevé (est peut-être dangereux pour les êtres vivants).

Le pourcentage d'oxygène dissous des stations varie entre 90,3% et 97,7% pour une moyenne de 94,3% pour les eaux superficielles (Tableau 50), et entre 38,8% et 100% pour une moyenne de 63% pour les eaux de profondeur (Tableau 51). Les valeurs très élevées des eaux de surface sont surprenantes pour des eaux si chargées en argiles.

Pour les eaux de surface, la station de Doundé, sur la partie aval du bassin, possède le plus haut taux avec 97,7% d'oxygène dissous tandis que la station de Satadoukou Bafé, dans le Sud, enregistre le plus bas taux avec 90,3% d'oxygène dissous.

Dans leur ensemble, les différentes stations des échantillons d'eau de surface ont une concentration d'oxygène dissous variant entre 6,8 et 8,02 mg/l pour une moyenne de 7,5 mg/l. (Tableau 50). La station de Ballou, sur la partie aval du bassin, possède le plus haut taux d'oxygène dissous avec 8,02 mg/l, tandis que la station de Satadoukou Bafé, dans le Sud, enregistre le plus bas taux d'oxygène dissous avec 6.84 mg/l. Ces concentrations relativement élevées ne reflètent pas le taux de la charge organique existante réellement dans la phase dissoute de l'eau.

Le profil relativement pentu du cours amont de la Falémé est davantage « tumultueux », « torrentiel » et donc ses eaux sont mieux brassées (elles sont aussi plus boueuses) que dans la partie aval. Là, le lit de la Falémé est très plat et en saison sèche, les sédiments l'obstruent et l'eau ne s'écoule presque plus. Malgré la différence du brassage entre l'amont et l'aval, les mesures ne permettent pas de voir un changement notable du taux d'oxygénation de l'eau de surface.

Par contre, la relation entre la concentration en oxygène dissous et la température de l'eau existe peut-être, puisqu'il est admis que plus l'eau est froide et plus elle est oxygénée. Effectivement, les mesures indiquent que les eaux superficielles, plus « froides » (moyenne = 25,7°C), sont aussi plus oxygénées (moyenne = 94,3% d'oxygène), tandis que les eaux de profondeur, plus chaudes (moyenne = 30°C), et moins en contact avec l'air, sont moins oxygénées (moyenne = 63% d'oxygène).

2.3.3.5 Conductivité

La conductivité électrique mesure l'aptitude d'une solution à transporter du courant. La conductivité électrique dépend de la charge des éléments dissous dans l'eau (taille et nombre d'ions). La conductivité est fonction de la température, tout comme l'est la concentration en oxygène dissous.

Les mesures recueillies, en $\mu\text{S/cm}$ (microSiemens/cm), sont reportées dans les deux tableaux ci-dessus, pour les eaux de profondeur et les eaux de surface.

Dans le bassin de la Falémé, la conductivité électrique est très faible pour les eaux de surface et varie de 33,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 55,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (soit une amplitude de 21,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour une moyenne de 41,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Par contre la conductivité électrique des eaux de profondeur reste plus élevée et varie de 23,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 105,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (soit une amplitude de 81,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pour une moyenne de 54,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Un diagramme comparatif dans la Figure 43, permet de comparer les valeurs dans chaque station prélevée.

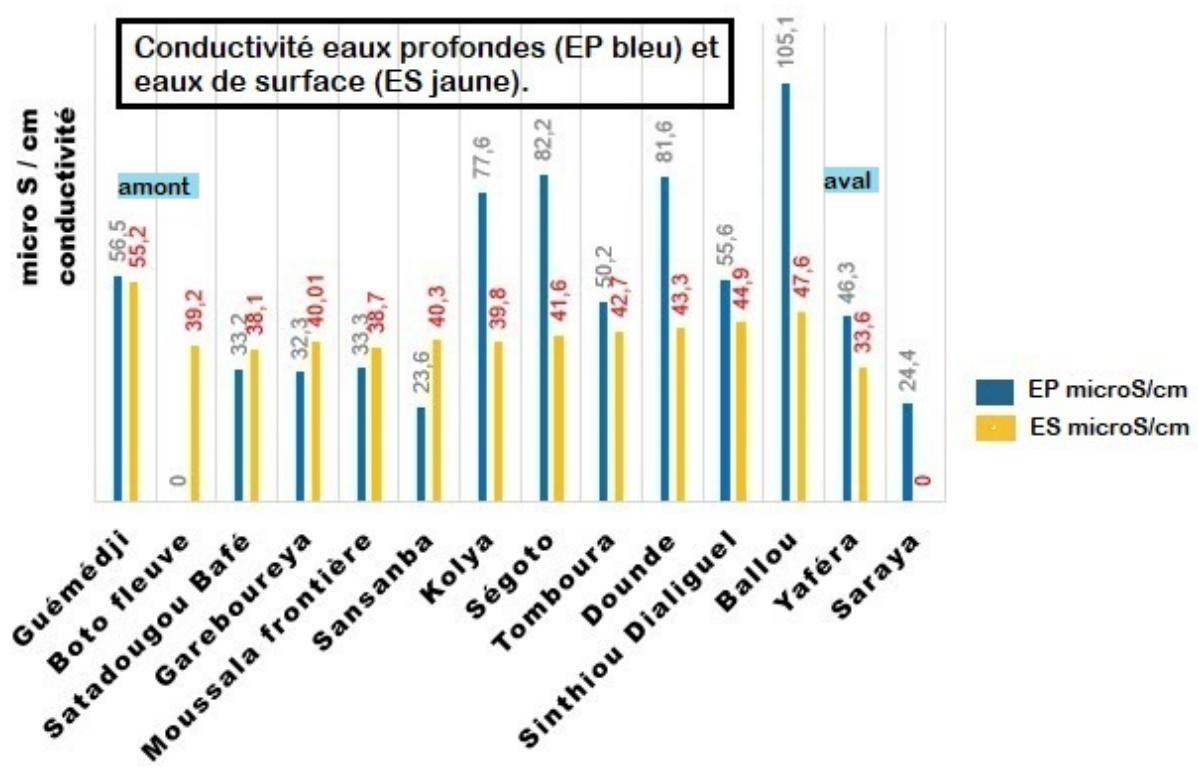


Figure 43 : Comparaison de la conductivité (microS/cm) des eaux profondes (EP en bleu, forages / puits) avec celle des eaux de surface (ES en jaune, rivière) pour chaque station (Saraya correspond au background)

La conductivité étant aussi un paramètre représentatif de la quantité de matières en suspension ou dissoutes, puisque les eaux de profondeur (EP) sont toujours décrites "limpides et claires", alors que l'eau de surface (ES) est "marron et trouble", il est surprenant de mesurer une conductivité bien plus élevée dans EP que dans ES.

2.3.3.6 Turbidité

La turbidité, paramètre essentiel de la qualité de l'eau est la capacité de l'eau à diffuser ou absorber la lumière incidente. Elle est liée à la présence de particules en suspension minérales ou organiques, vivantes ou détritiques. Ainsi, plus une eau est chargée en biomasse phytoplanctonique ou en particules sédimentaires, plus elle est turbide. Bien que la turbidité des eaux du bassin de la Falémé ne soit pas mesurée pour cette étude, le constat reste le même pour toutes les stations. Il s'agit d'une eau de surface très trouble ou turbide, avec une couleur marron de teinte claire à foncée selon que des engins travaillent plus ou moins dans le lit vif (Tableau 52). Actuellement, la rivière Falémé ressemble davantage à une rivière de boue liquide ou de pulpe qu'à un liquide. Cette très forte turbidité, visible à l'œil nu, est provoquée

par l'activité de plusieurs dragues industrielles qui exploitent l'or dans le cours supérieur de la rivière (dont la largeur moyenne du lit avoisine seulement une bonne centaine de mètres).

Pour cette raison, ce paramètre est couramment utilisé pour estimer, en continu, la concentration en matières en suspension (MES) d'un milieu hydrique.

La turbidité de la Falémé est due à une grande quantité de MES, c.à.d. d'argiles, particules fines qui voyagent très loin. Aucune vie ne peut se développer dans un tel environnement.

En revanche, toutes les eaux de profondeur (forages / puits) sont claires et incolores.

Tableau 47 : Appréhension de la couleur des eaux de surface et de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons

Paramètres Sites	Eaux de surface			Eaux souterraine		
	Teinte	Couleur	Limpidité	Teinte	Couleur	Limpidité
Guémédji	Trouble	marron clair	Non	Claire	Incolore	Oui
Boto fleuve	Trouble	Marron	Non	X	X	X
Satadougou Bafé	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Gareboureya	Sombre	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Moussala frontière	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Sansanba	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Kolya	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Ségoto	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Tomboura	Trouble	ocre	Non	Claire	Incolore	Oui
Dounde	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Sinthiou Dialiguel	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Ballou	Trouble	Marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Yaféra	Trouble	Verdâtre	Non	Claire	Incolore	Oui
Saraya	X	X	X	Claire	Incolore	Oui

2.4 Présentation des analyses chimiques géolocalisées issues de la bibliographie

Des analyses d'eaux (surface comme de profondeur) et de sédiments ont été effectuées dans certaines parties de l'Afrique de l'Ouest et du monde pour caractériser ou évaluer l'impact des activités minières traditionnelle sur les différents compartiments de l'environnement. C'est le cas dans les études de Van Straaten (2000) en Tanzanie, Donkor et al (2006) au Ghana, Lusilao-Makiese et al (2013) en Afrique du Sud, Niane et al (2014) au Sénégal, Diarra (2014) au Mali, Gerson et al (2016) au Sénégal, Ba (2019) toujours au Sénégal. A côté de ces études, les rapports d'études environnementales des sociétés minières actives dans la zone du projet seront utilisés en comparaison. Les études menées au Sénégal se sont déroulées dans la région de Kédougou. Ci-dessous, un condensé des résultats de Diarra sur les eaux de la Falémé comparé aux normes de l'OMS.

Tableau 48 : Analyses chimiques de l'eau dans différents sites autour de la Falémé, d'après Diarra (2014)

Guideline	6-9	< 200	<6*	<6*	<0.2	<0.01	<0.1	<0.012	N/A	<0.15	<0.006	<0.01	<0.18	<0.002
Description	pH*	SO4	NO2	NO3	NH3	As	Cu	Cr	Co	Cd	Hg	Pb	Mn	Zn
Upstream GK	7.3	1	<0.05	<0.06	0.22	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.031	0.021
Midstream GK	7.4	2	<0.05	0.52	0.18	0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.02	0.009
Downstream GK	7.3	5	<0.05	0.22	0.19	0.002	0.006	0.004	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.0008	0.045	0.009
Sasanba DS	7	9	0.11	3.07	0.15	0.24	0.054	0.089	0.058	0.0004	0.003	0.1	1.42	0.083
Farandie	7.6	3	<0.05	0.6	0.12	0.004	0.001	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.016	0.006
Us settling	7.3	4	0.06	0.92	0.2	0.007	0.004	0.001	0.003	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.056	0.006
Gara discharge settling	7.7	94	10.2	96.5	3.59	0.017	0.004	0.008	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.011	0.007
Ds settling	7.2	4	0.08	0.89	0.14	0.012	0.006	0.004	0.002	<0.0001	<0.0001	0.0012	0.085	0.008
Faleme Weir	7.7	4	<0.05	0.65	0.49	0.003	0.003	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0005	0.01	0.005
Artisanal Area	6.7	27.	0.26	0.7	0.1	0.02	0.012	0.013	0.007	0.0007	0.004	0.0043	0.18	0.021
Artisanal tributary	6.4	8.	0.07	2.96	0.1	0.011	0.009	0.014	0.004	<0.0001	<0.0001	0.0042	0.075	0.028
DK bridge	7.3	4.	<0.05	<0.06	0.41	0.006	0.004	0.005	0.002	<0.0001	<0.0001	0.0014	0.078	0.011
Gara dam	7.6	4.	<0.05	<0.06	0.22	0.004	0.001	0.002	<0.001	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.092	0.005
Gara settling pond	7.6	198.	8.9	180.	22.7	0.043	0.017	0.025	0.007	<0.0001	<0.0001	0.0019	0.2	0.038

Bien que les méthodes analytiques et les stratégies d'échantillonnage ne soient pas les mêmes, un extrait du tableau qui présente des teneurs en mercure total et méthylmercure dans les sols, les sédiments et les eaux de surface au Sénégal est présenté. La ligne en jaune a été ajoutée, elle correspond aux résultats de cette présente étude :

Year	Country	SOIL	SOIL	SEDIMENT	SEDIMENT	RIVER WATER	RIVER WATER	Citation
		THg Concentration (micro g/g)	MeHg Concentration (ng/g)	THg Concentration (micro g/g)	MeHg Concentration (ng/g)	THg Concentration (ng/L)	MeHg Concentration (ng/L)	
	AFRICA	range: BDL-130	range: BDL-160	range: BDL-100	range: BDL-75	range: BDL-11000	range: BDL-68	
2014	Sénégal			range: 6-10				Niane et al., 2014
2016	Sénégal	range: 0.050-130, med: 0.68	range: 0.052-48, med: 0.78	range: 0.059-3.4, med: 0.82	range: 0.13-19, med: 4.3	range: 2.5-2400, med: 22	range: 0.0066-68, med: 0.037	Gerson et al., 2018
2021	Falémé (Sénégal)	non dosé	non dosé	BDL-0.10 range: 0.10-0.11	non dosé	< 0.10	non dosé	ce projet
BDL = Below Detection Limit								

Les teneurs en mercure dans les sédiments sont au-dessus des valeurs basses de Gerson et al. (2018), tandis que celles de Niane et al. (2014) sont 100 fois plus fortes que celles du présent projet.

Les teneurs en mercure dans eaux de surface sont très nettement en-dessous de celles de Gerson, quant à Niane et al. (op. cit), ils n'ont pas dosé l'eau de surface.

Ce tableau est instructif, et montre bien la difficulté de comparer des tableaux de teneurs obtenus par des méthodes d'échantillonnage et des méthodes d'analyses différentes. En l'occurrence, Gerson a dosé les effluents des orpailleurs, en partant du terme source (les huttes où l'amalgamation est effectuée) jusqu'au cours d'eau le plus proche, alors que dans le présent projet, les sources ont été évitées au maximum afin de trouver, « en aveugle », la pollution chimique au mercure et aux cyanures totaux dans le lit de la Falémé.

En outre, un examen des concentrations de mercure dans les poissons de 12 pays d'Afrique subsaharienne a révélé que seuls les poissons échantillonnés à proximité des sites d'orpaillage présentent des concentrations moyennes en mercure supérieures à la limite fixée par la FAO/OMS (Hanna et al., 2014). Par contre, les dosages de poissons dans la Falémé (Gerson et al., 2018) n'ont pas indiqué de teneurs anormales en mercure. Une fois encore, il est difficile de comparer des résultats obtenus par des auteurs différents.

2.5 Cartographie des principaux paramètres caractérisant la pollution dans la Falémé.

Les principaux paramètres à considérer comme marqueurs, pour caractériser la pollution de la Falémé, sont les concentrations en :

- Mercure et cyanure dans les eaux et les sédiments. Ces deux éléments chimiques sont de bons marqueurs des activités d'orpaillage artisanales ;
- Métaux lourds dans les eaux et les sédiments (Ni, Co, Cr, Mn, Cu, Pb, Zn, et As). Des cartes sont fournies pour chaque élément ;
- Aluminium et fer, représentatives des quantités d'argiles transportées par le fleuve (MES, Matières en suspension).

Dans la suite de ce chapitre sont présentées les cartes des paramètres qui servent de marqueurs de la pollution. Tous les autres paramètres mesurés sont reportés sur des cartes placées dans les annexes 12 à 14.

Les cartes sont un bon outil pour spatialiser les paramètres chimiques de la Falémé. Toutefois, dans le cas de la Falémé qui coule du Sud vers le Nord presque parallèlement à un méridien, le report des données chimiques sur des graphiques qui matérialisent une coupe Sud-Nord (amont vers aval), fait mieux apparaître les gradients de concentration multi-élémentaires d'une station d'échantillonnage à l'autre.

2.5.1 Cartographie globale à l'échelle du bassin versant.

2.5.1.1 Cartes des résultats des analyses chimiques. : Hg, CN, As, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn

La cartographie des principaux paramètres pour caractériser une pollution dans la Falémé est présentée pour chaque médium : eaux de surface, eaux de profondeur et sédiments. Les limites de quantification des éléments chimiques (cf. tableaux de résultats du laboratoire C2S) sont aussi représentées dans les histogrammes accompagnant les cartes ; elles sont repérables parce qu'elles dessinent généralement une « distribution en plateau » des dosages.

- Pour les eaux de surface

Les sites de Moussala frontière, Sansamba et Kolya présentent les plus fortes teneurs en chrome (0,011mg/kg ; 0,008 mg/kg ; 0,01mg/kg) cuivre (0,02 mg/kg, 0,02 mg/kg, 0,02 mg/kg), cyanure totale (17 mg/kg) et en fer (3,55 mg/kg ; 2,57 mg/kg ; 3,16 mg/kg). Cette spatialisation des métaux dans la Falémé est bien montrée dans les figures suivantes.

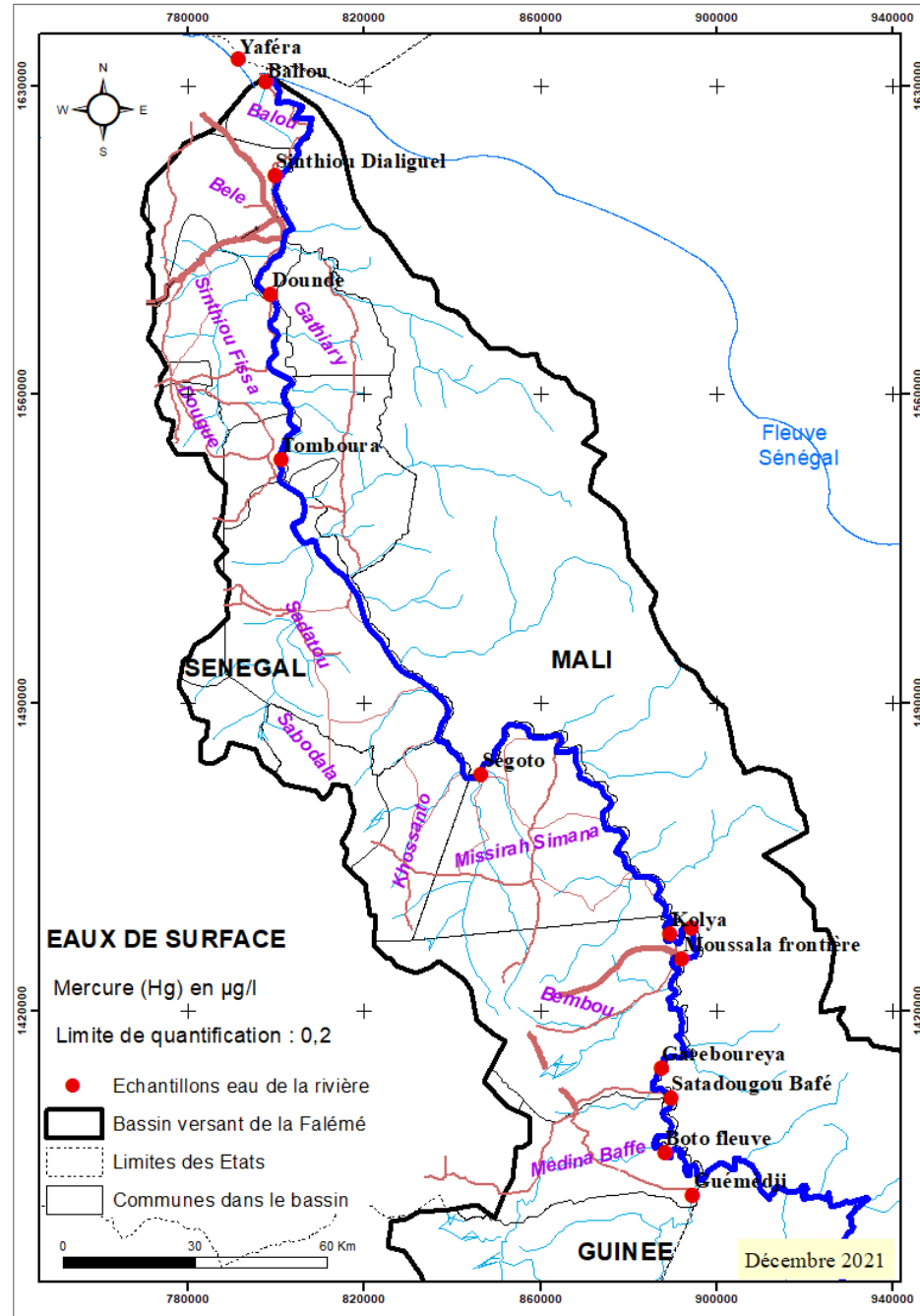


Figure 44 : Spatialisation de la pollution au mercure (Hg) dans les eaux de surface de la Falémé

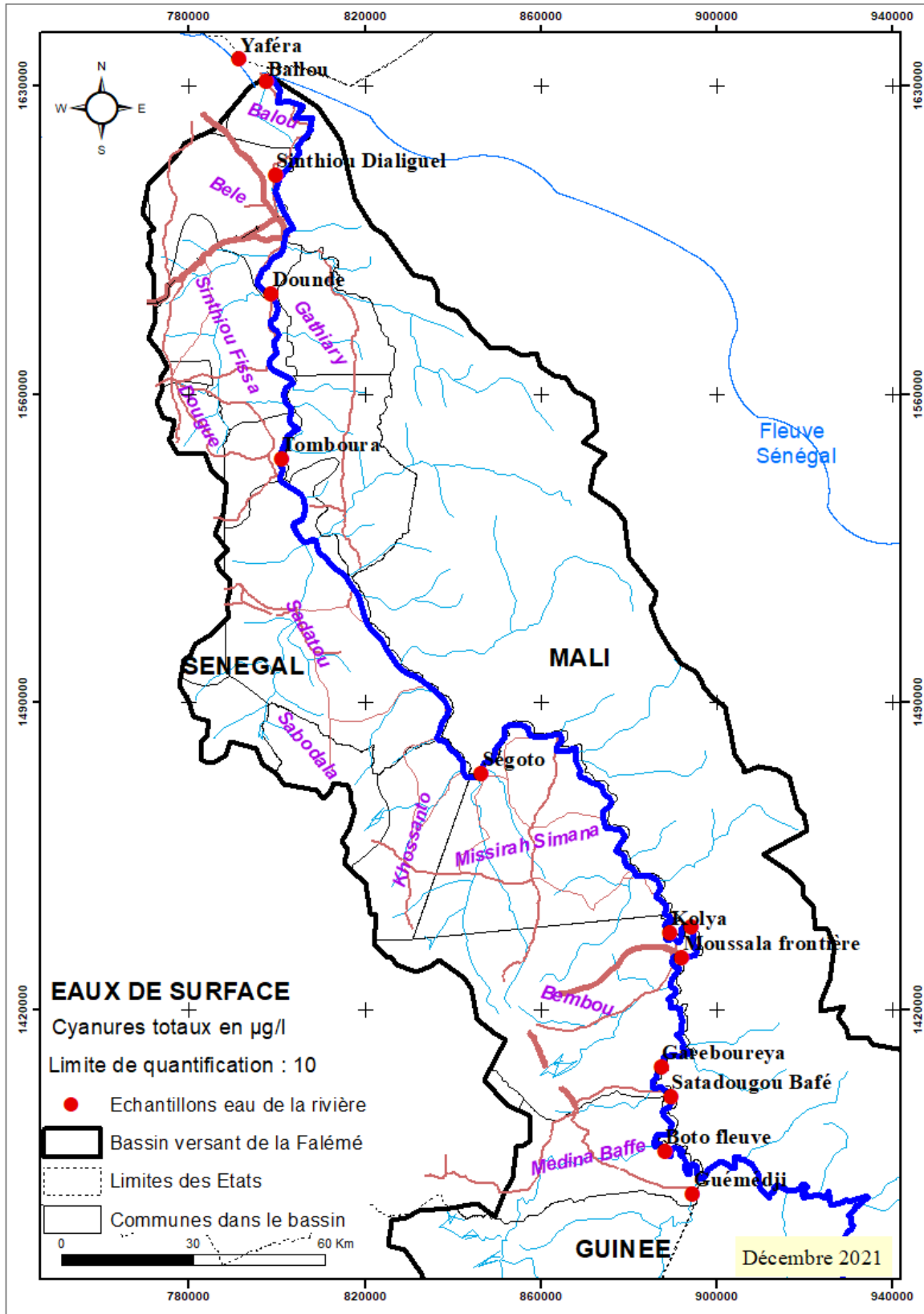


Figure 45 : Spatialisation de la pollution au cyanure (CN) dans les eaux de surface de la Falémé

Les teneurs des eaux de surface en Hg sont toutes sous la limite de quantification (LQ Hg = 0,2 micro g/L) et presque toutes sous la LQ du cyanure (LQ CN = 10 micro g/L).

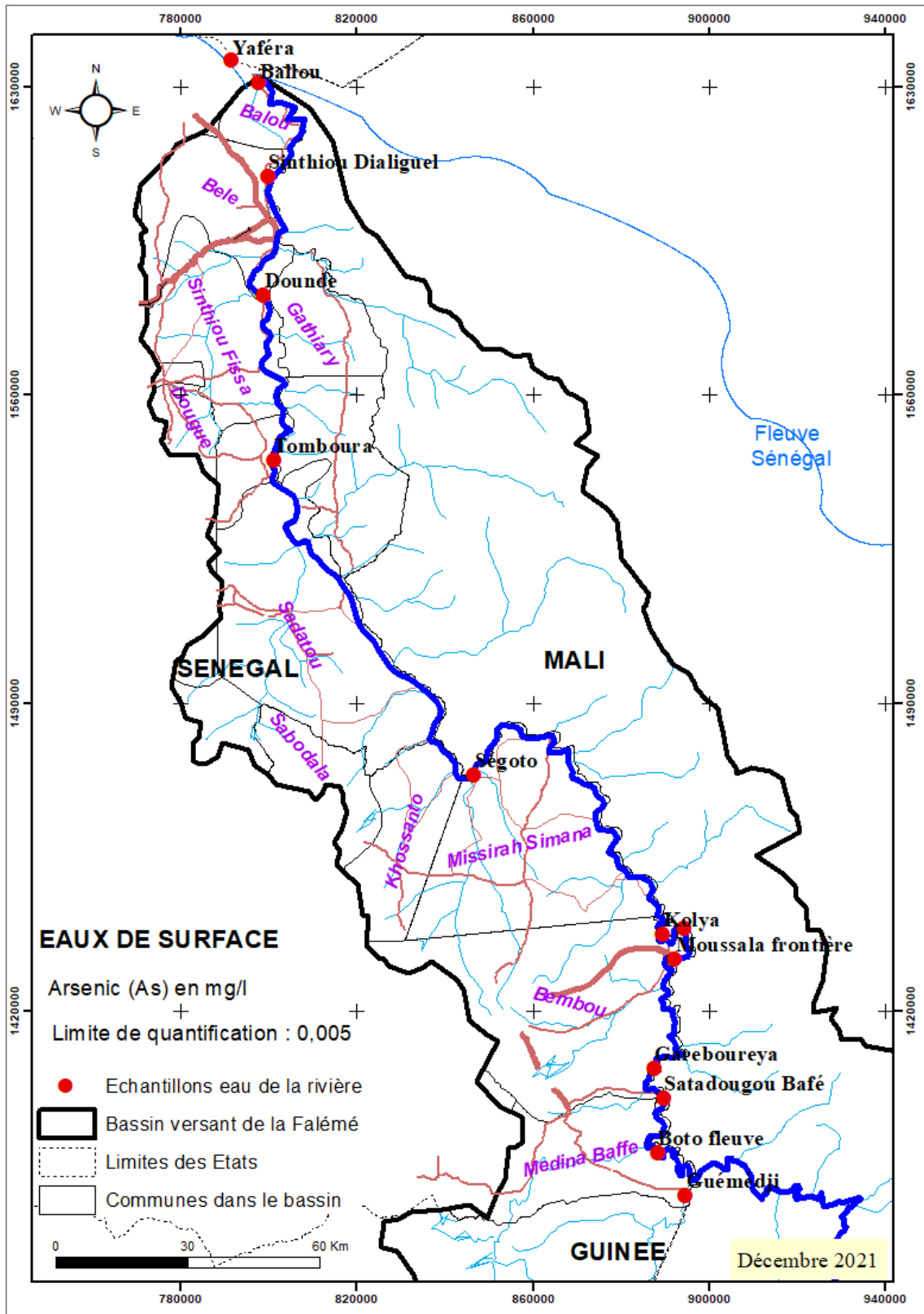


Figure 46 : Spatialisation de la pollution à l'arsenic (As) dans les eaux de surface de la Falémé

Toutes les teneurs en As des eaux de surface sont sous la limite de quantification (LQ = 0,005 micro g/l). L'histogramme correspondant montre une distribution en plateau à la valeur de la LQ ; la carte ne peut donc être interprétée avec une omniprésence de cet élément.

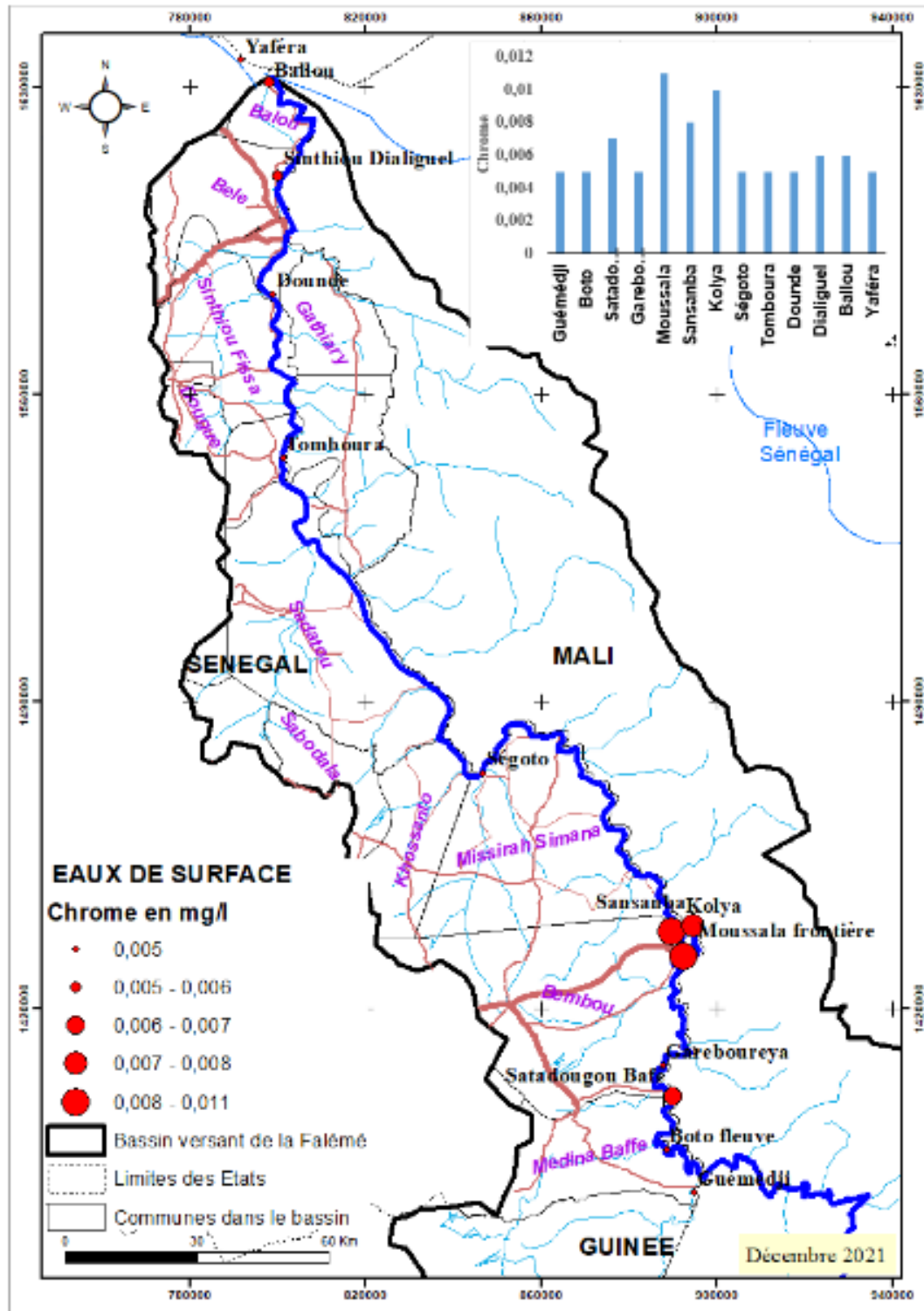


Figure 47 : Spatialisation de la pollution au chrome (Cr) dans les eaux de surface de la Falémé

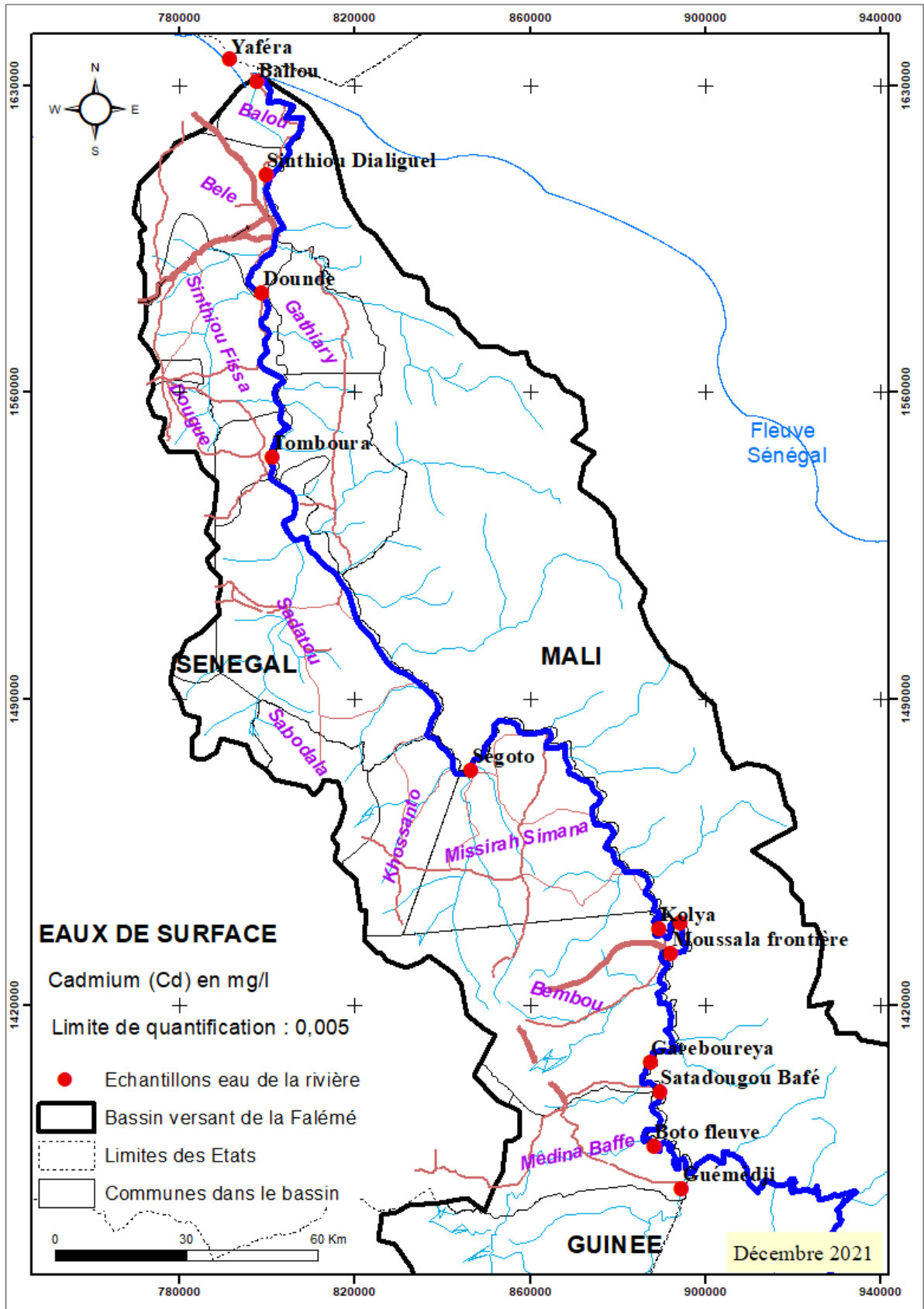


Figure 48 : Spatialisation de la pollution cadmium dans les eaux de surface de la Falémé

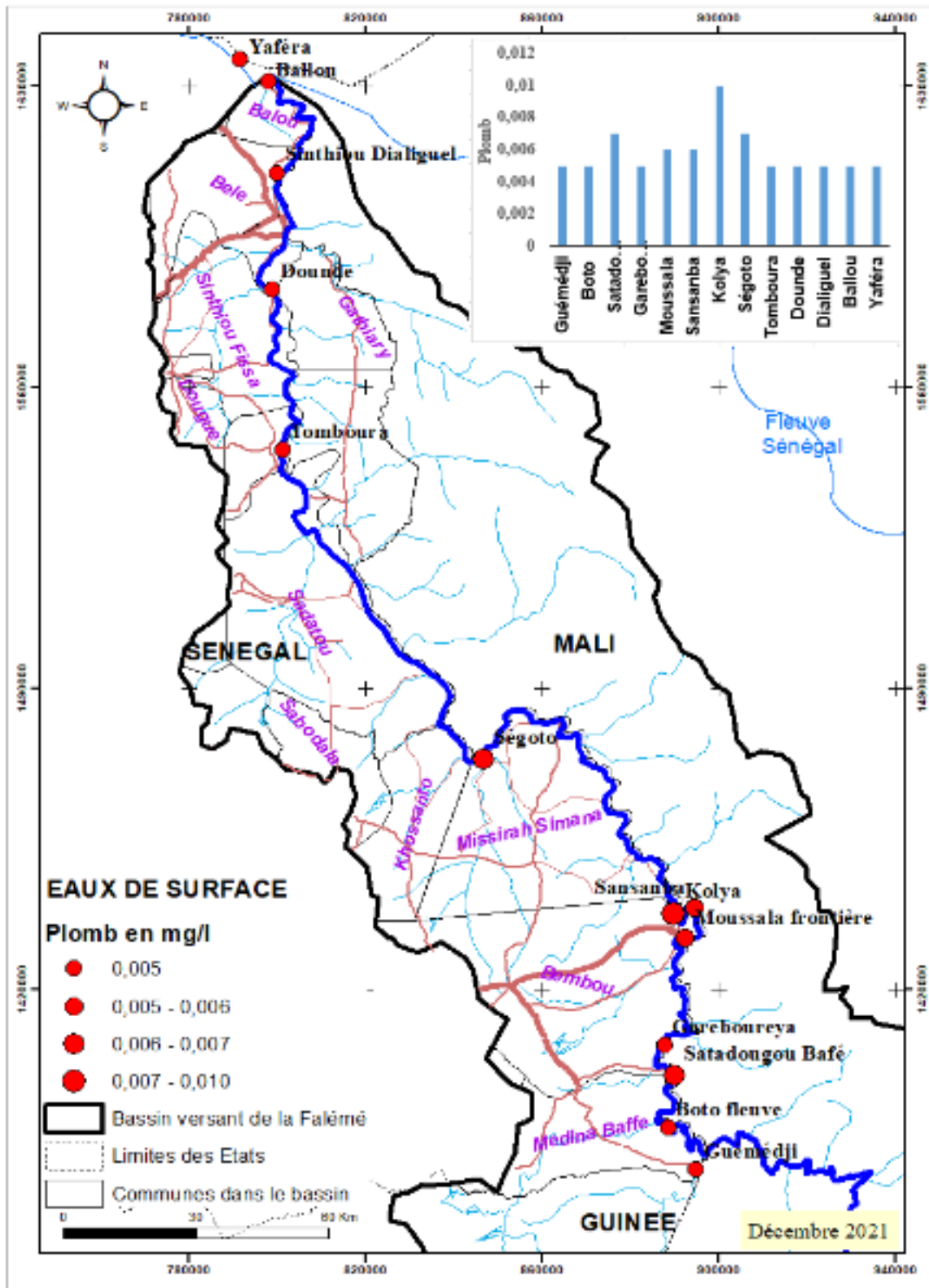


Figure 49 : Spatialisation de la pollution au plomb (Pb) dans les eaux de surface de la Falémé

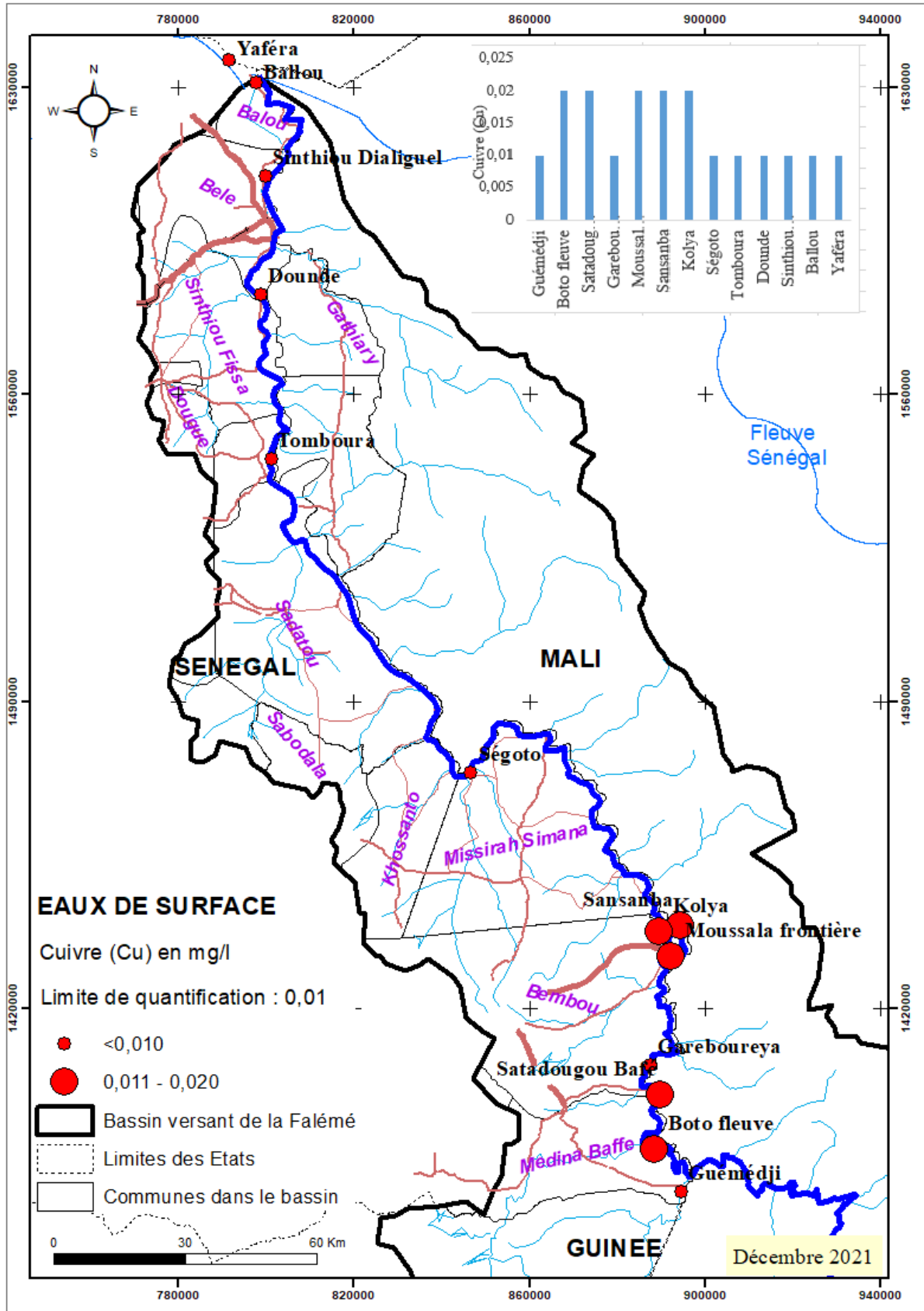


Figure 50 : Spatialisation de la pollution au cuivre (Cu) dans les eaux de surface de la Falémé

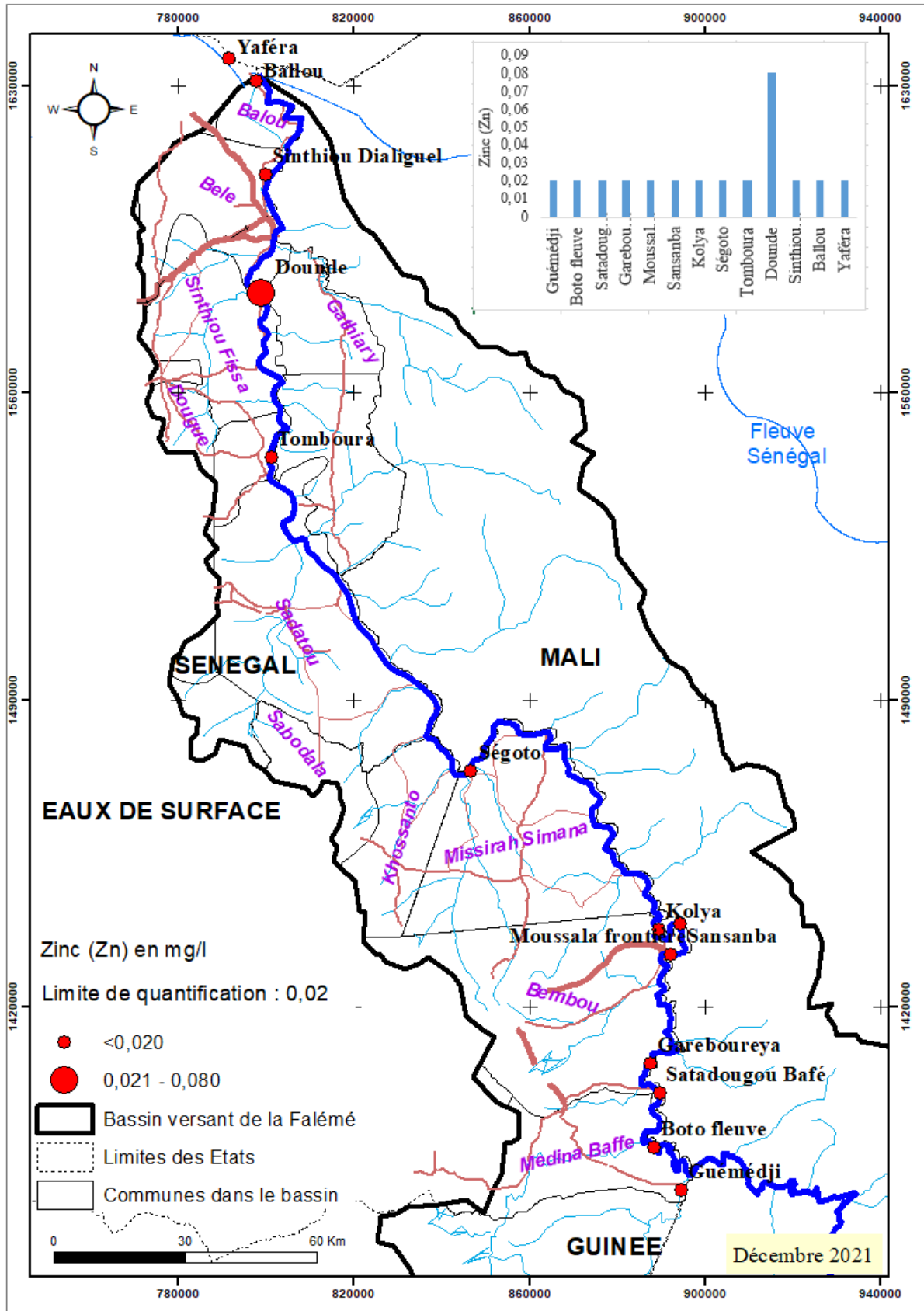


Figure 51 : Spatialisation de la pollution au zinc dans les eaux de surface de la Falémé

- Pour les eaux de profondeur

Le mercure et le chrome étant tous les deux inférieurs à leur limite de quantification dans les eaux de profondeur, ils ne sont donc pas représentables sur une carte. Tous les autres éléments CN, Cd, Pb, Cu sont sous leur limite de quantification, sauf pour :

- As : Sansanba, Segoto (Sekhoto), Doundé ;
- Zn : Guémédji, Doundé, Yaffera.

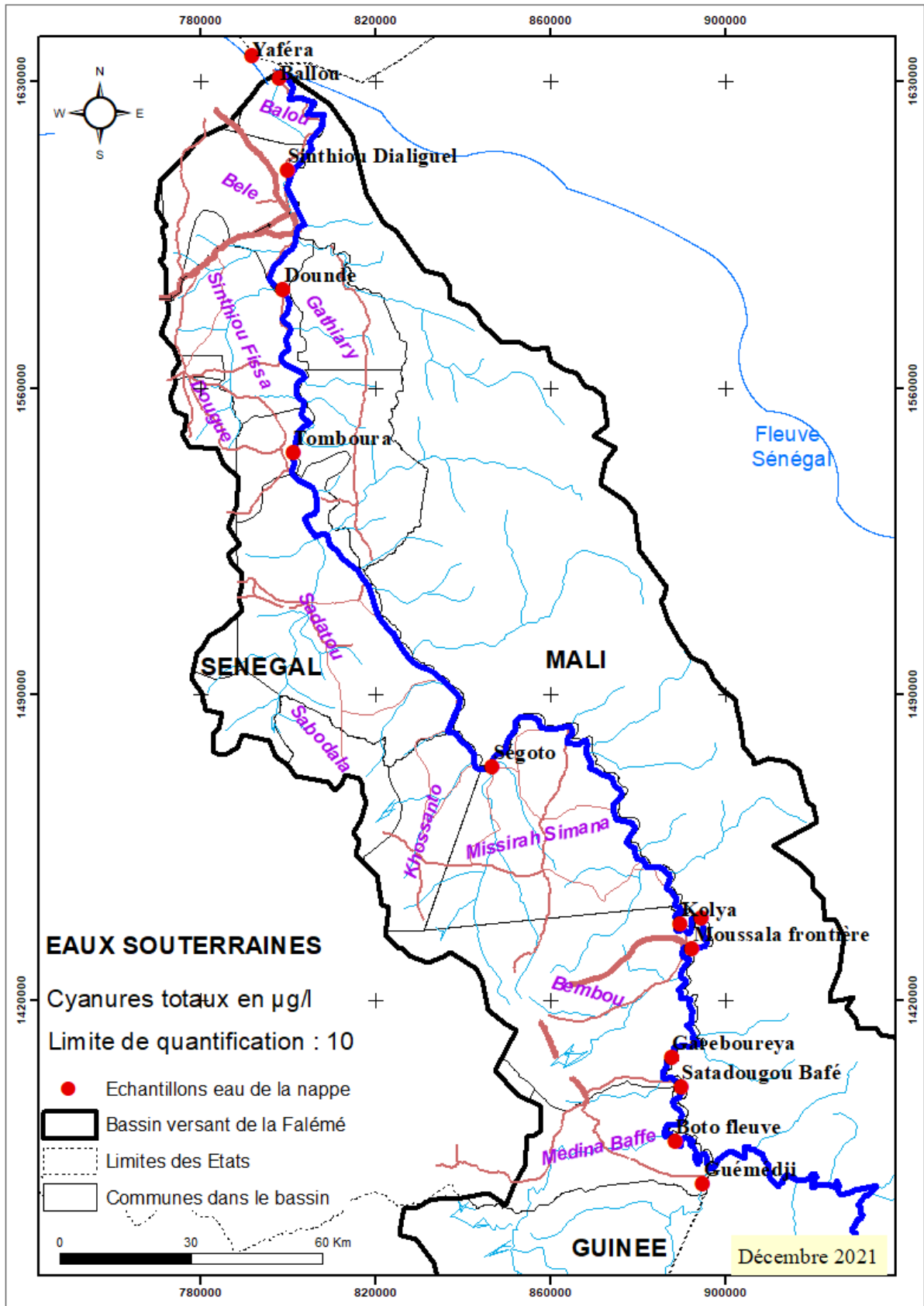


Figure 52 : Spatialisation de la pollution au cyanure dans les eaux de profondeur de la Falémé

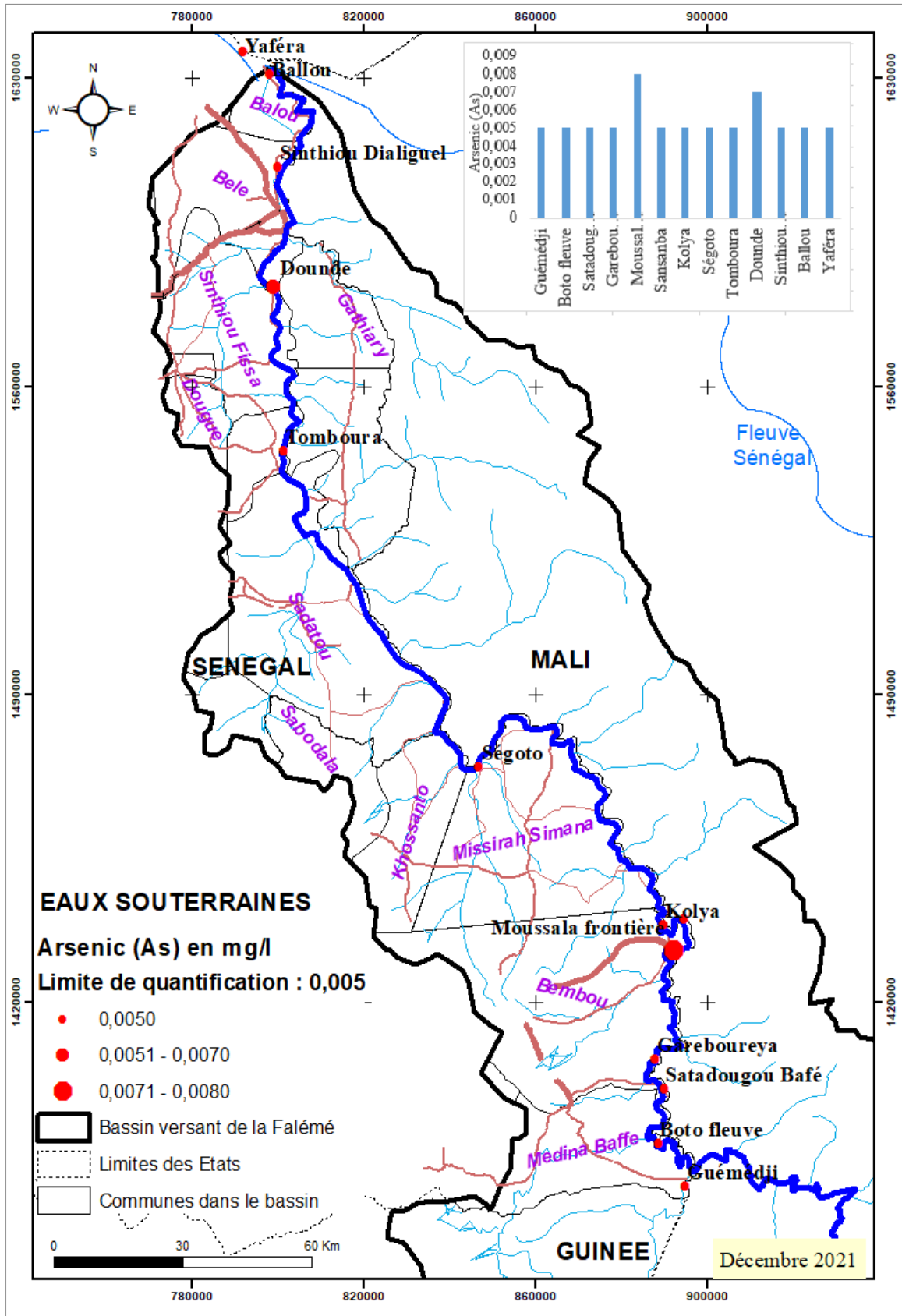


Figure 53 : Spatialisation de la pollution à l'arsenic dans les eaux de profondeur de la Falémé

Toutes les teneurs des eaux de profondeur en CN sont sous la limite de quantification (LQ = 0,10 micro g/l). L'histogramme montre une distribution en plateau correspondant à la LQ ; la carte ne peut donc être interprétée avec l'omniprésence de cet élément sous la LQ.

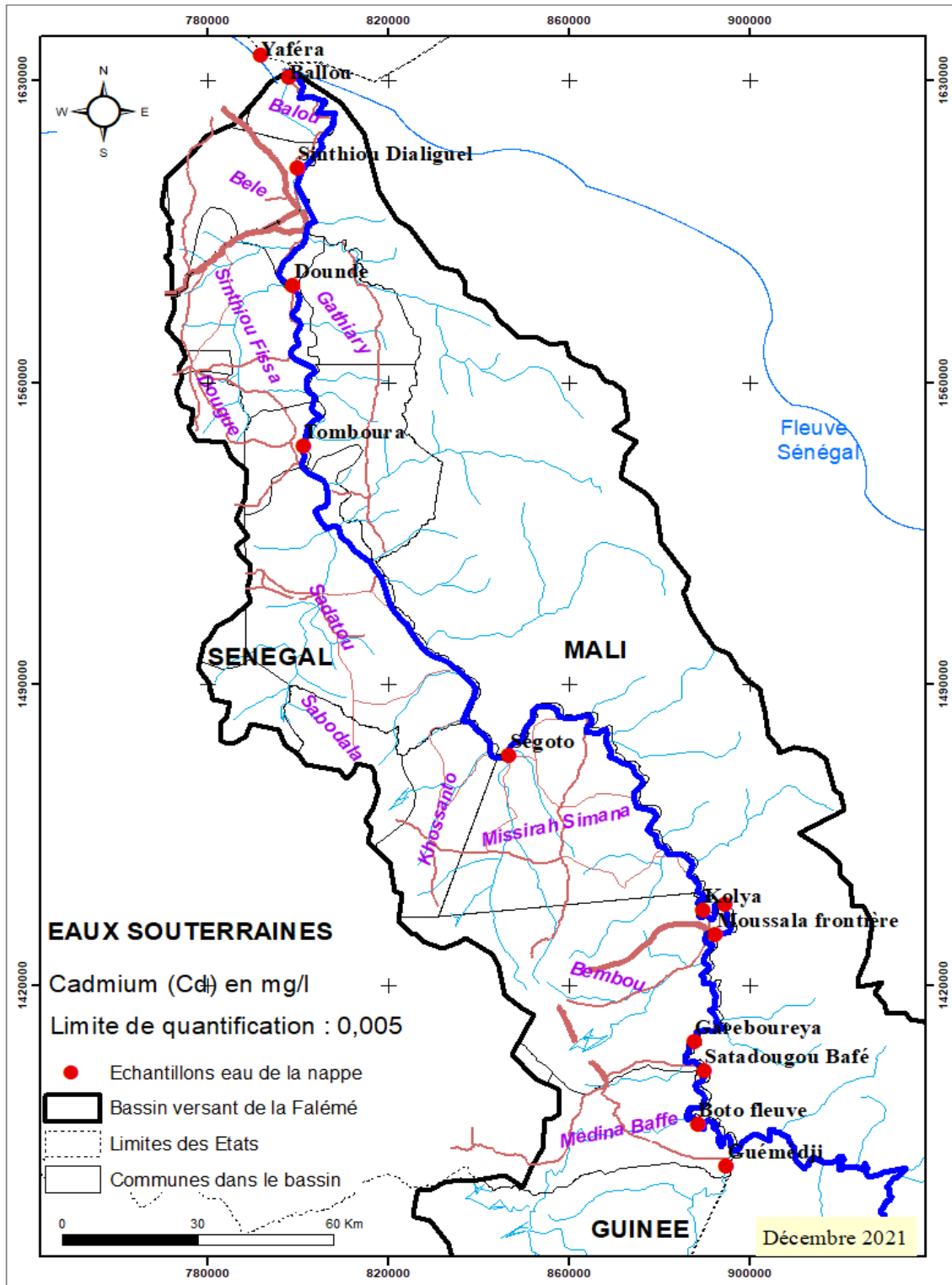


Figure 54 : Spatialisation de la pollution au cadmium dans les eaux de profondeur de la Falémé

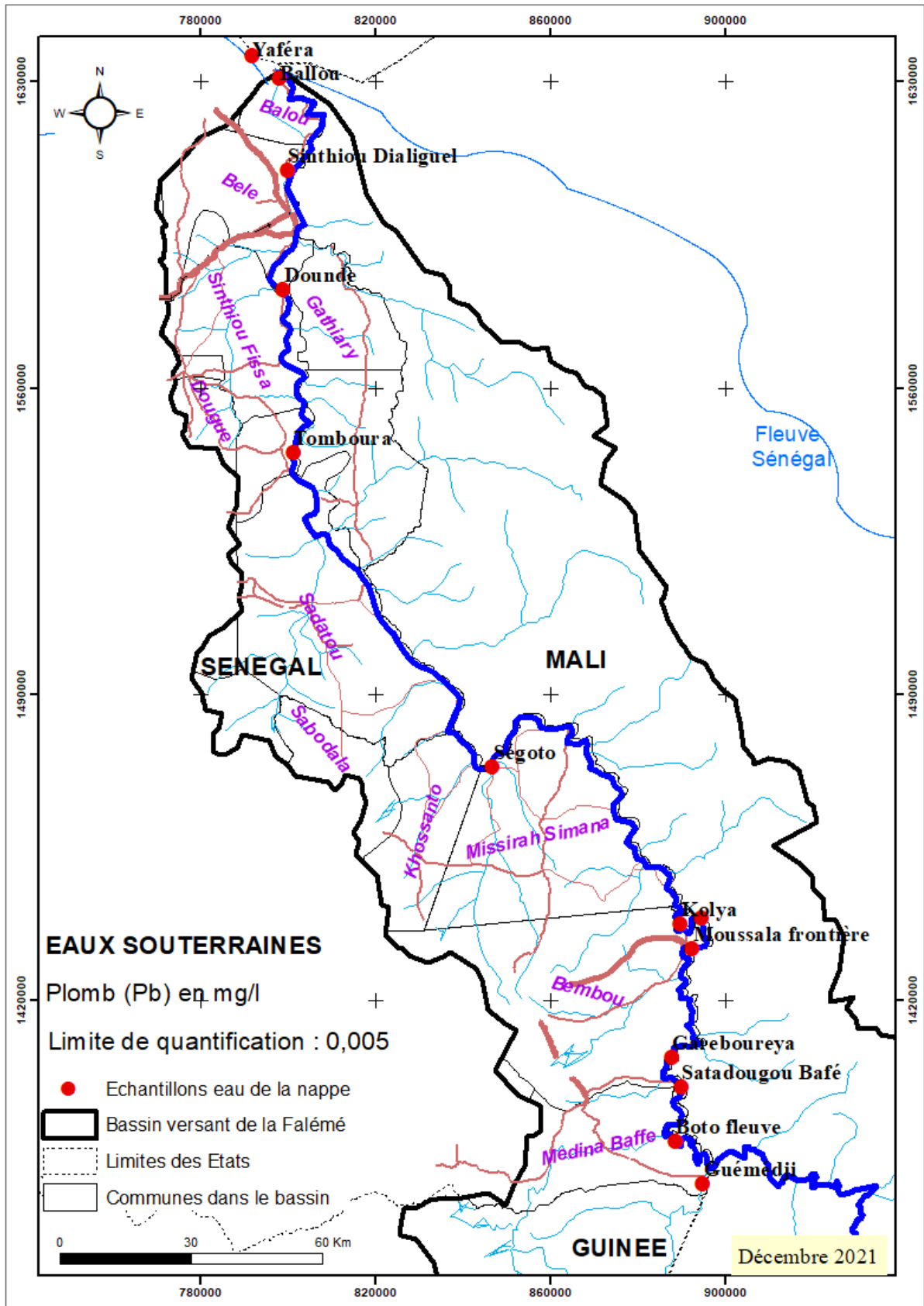


Figure 55 : Spatialisation de la pollution au plomb dans les eaux de profondeur de la Falémé

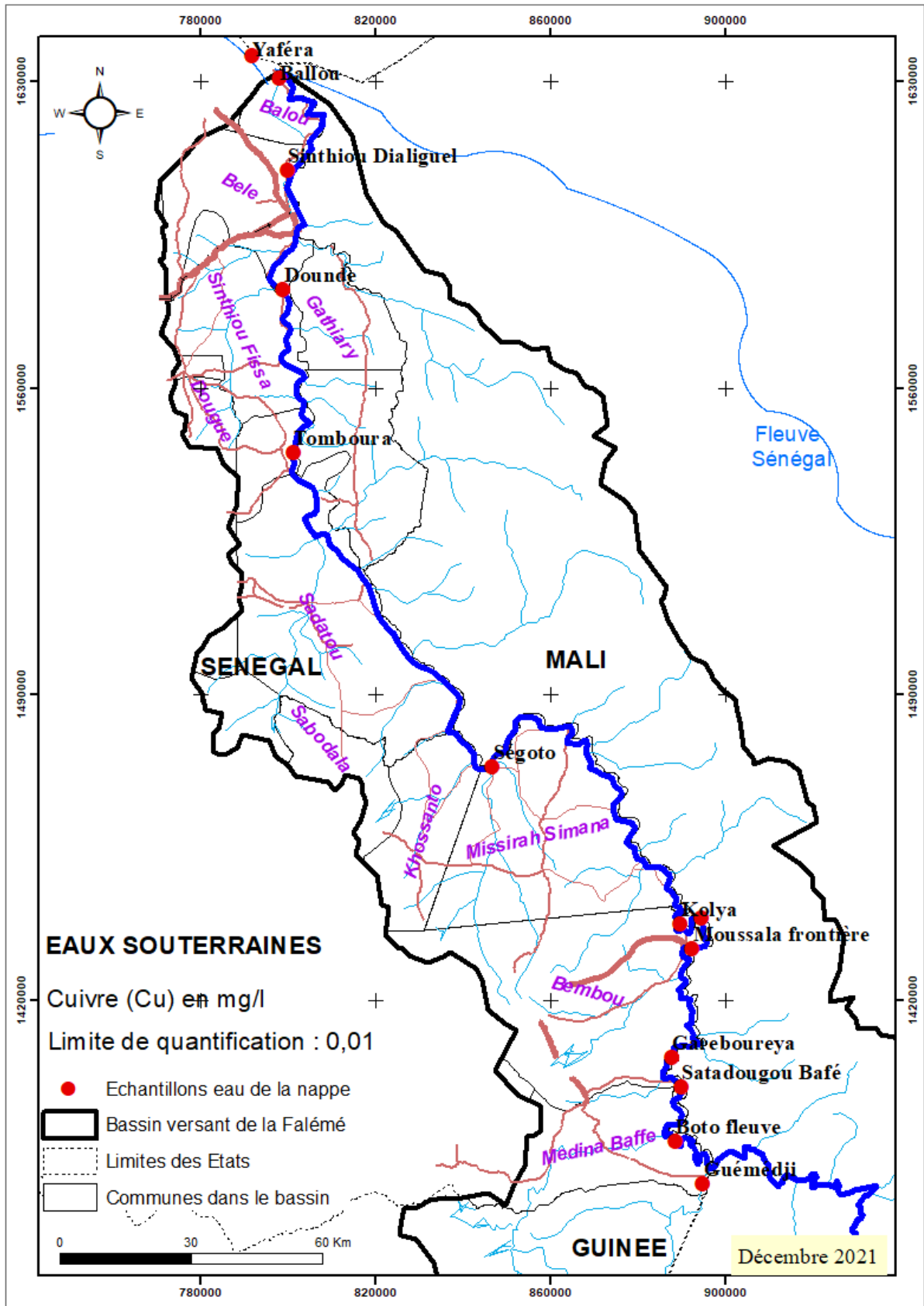


Figure 56 : Spatialisation de la pollution au cuivre dans les eaux de profondeur de la Falémé

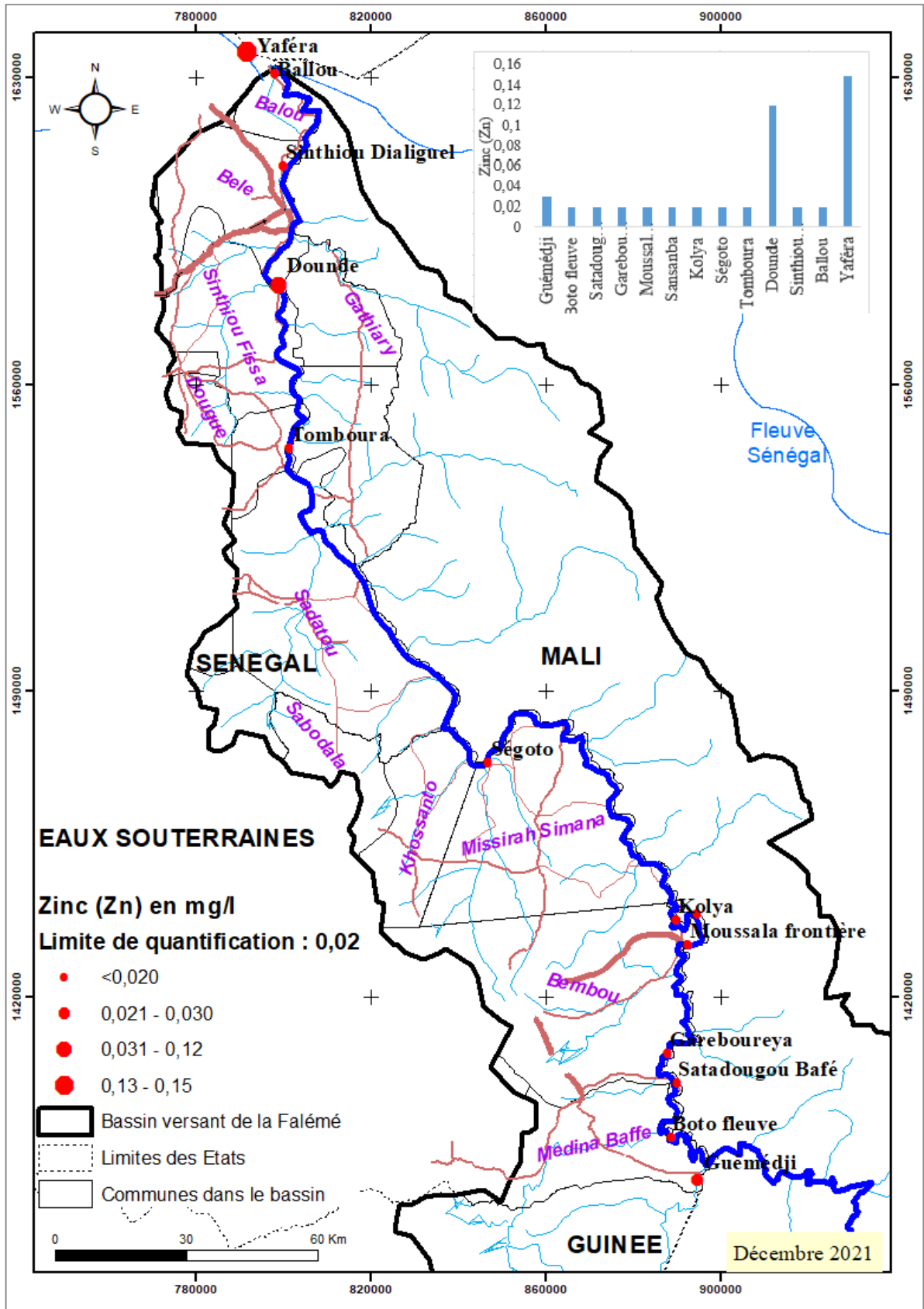


Figure 57 : Spatialisation de la pollution au zinc dans les eaux de profondeur de la Falémé

- Pour les sédiments

Les cartes de spatialisation des teneurs dans les sédiments sont plus explicites que celles des eaux. Ceci est probablement dû au fait que les éléments chimiques sont piégés pendant un temps plus long dans un sédiment que dans une eau qui s'écoule.

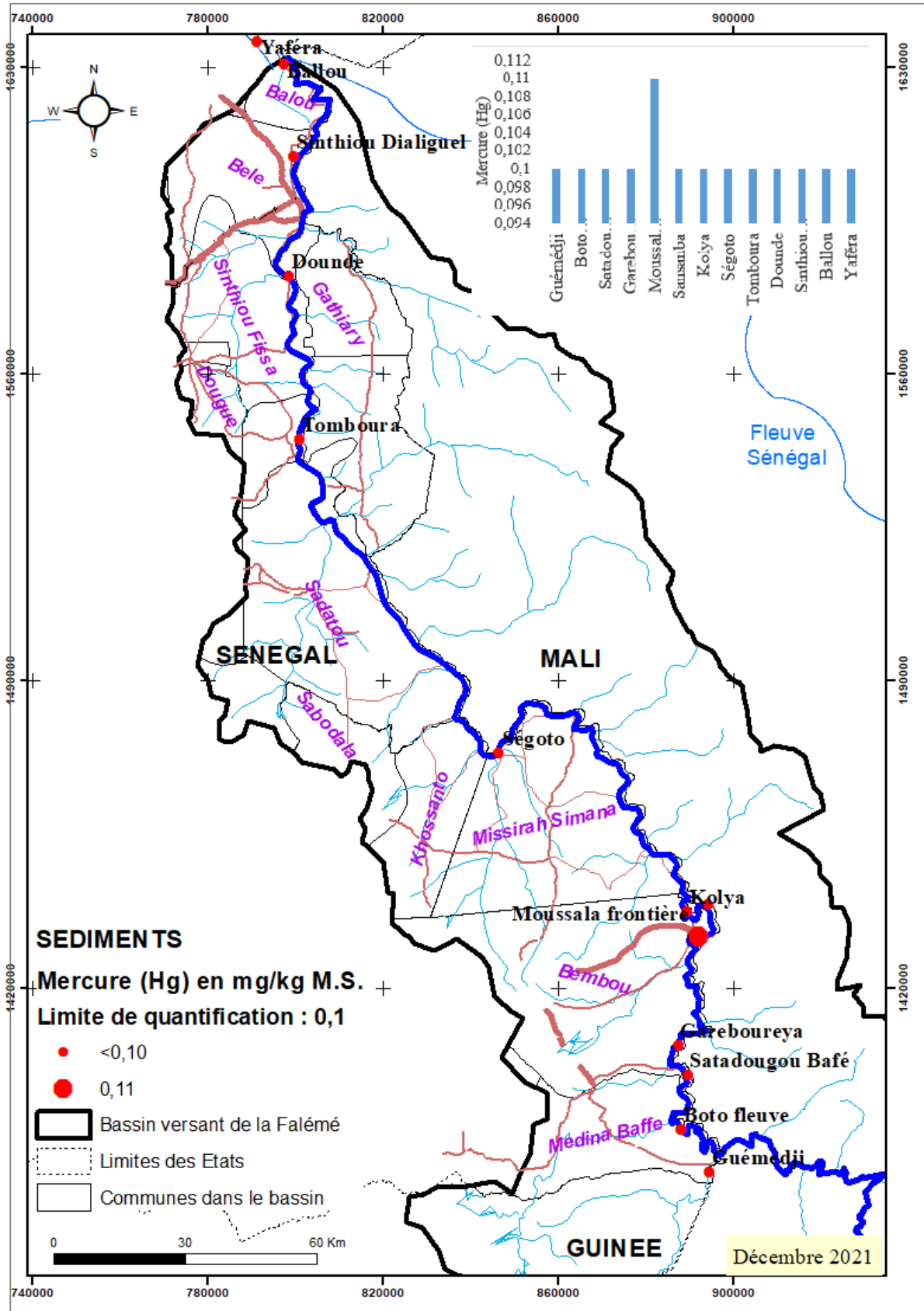


Figure 58 : Spatialisation de la pollution au mercure dans les sédiments de la Falémé

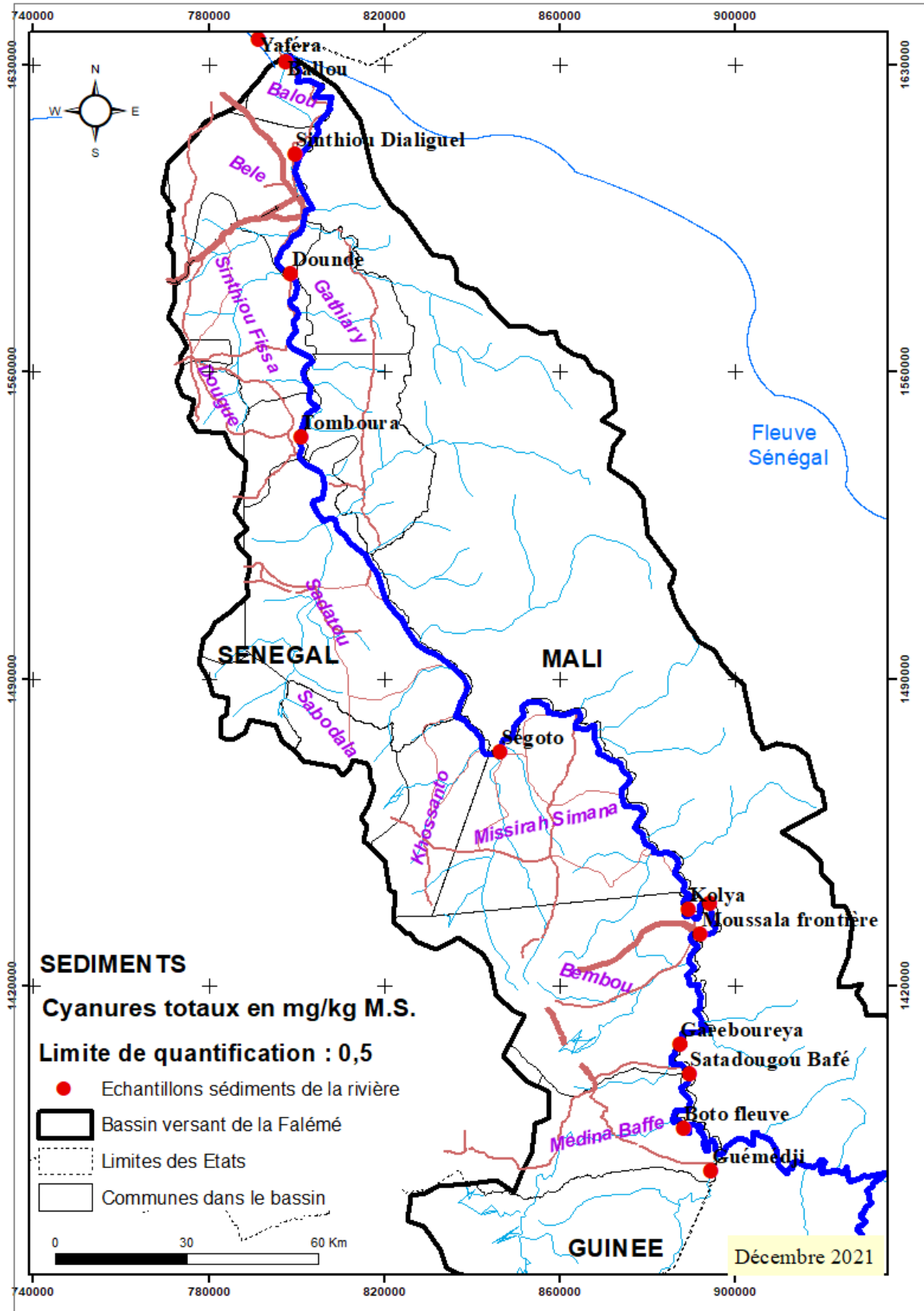


Figure 59 : Spatialisation de la pollution au cyanure dans les sédiments de la Falémé

Les teneurs en Hg dans les sédiments sont presque toutes sous la limite de quantification (LQ Hg = 0,10 mg/kg MS) et toutes sous la LQ du cyanure (LQ CN = 0,5 mg/kg MS).

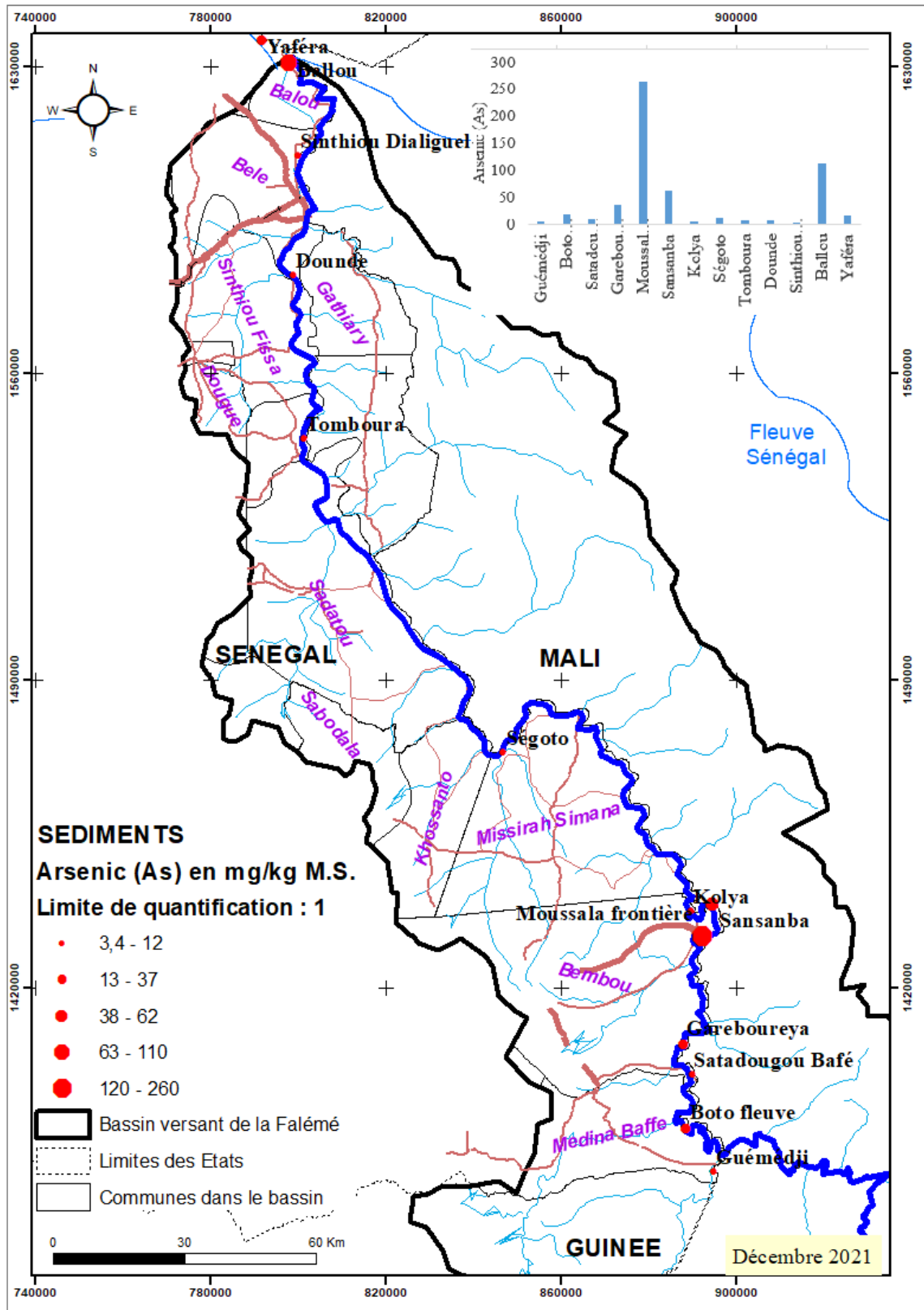


Figure 60 : Spatialisation de la pollution à l'arsenic dans les sédiments de la Falémé

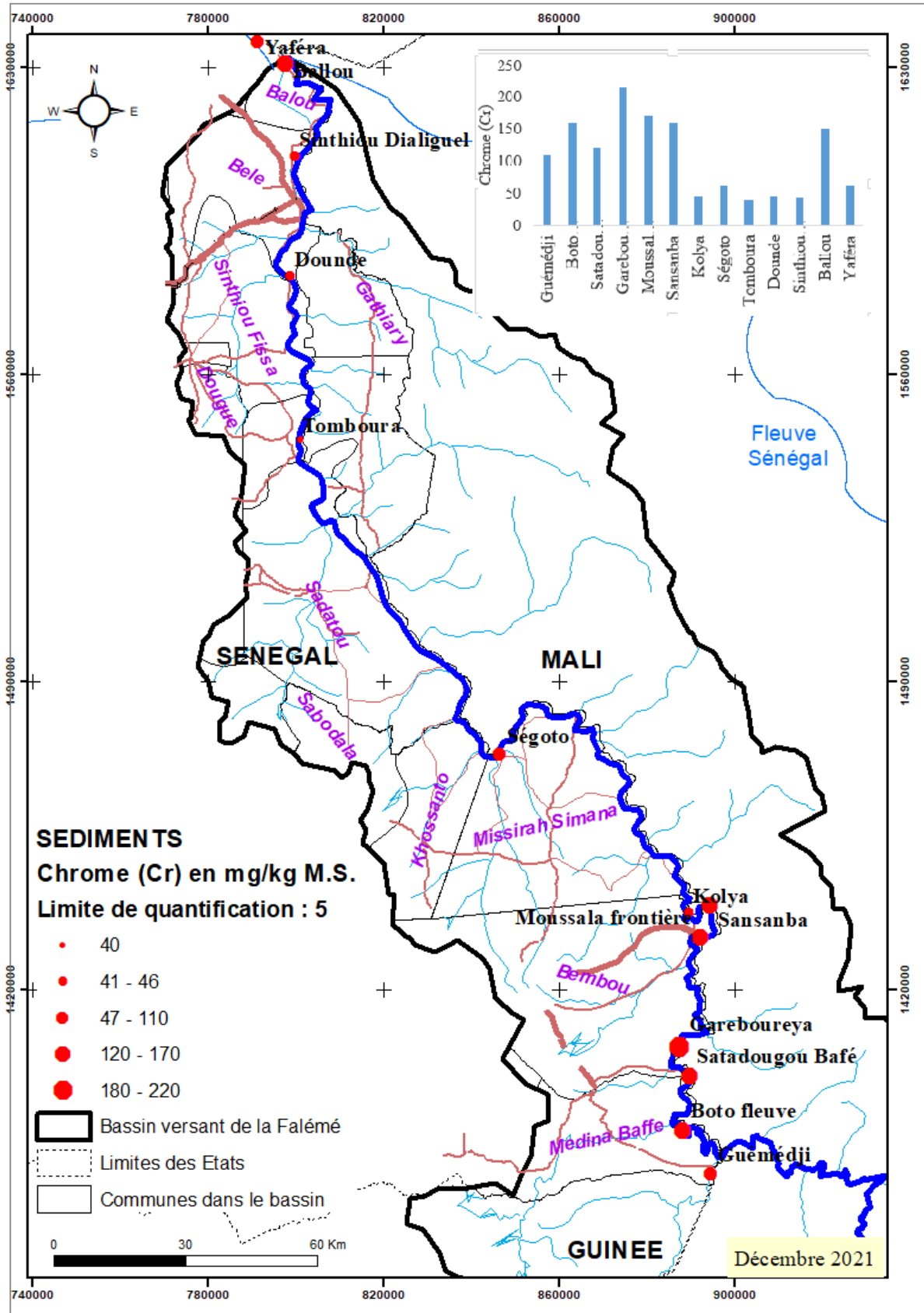


Figure 61 : Spatialisation de la pollution au chrome dans les sédiments de la Falémé

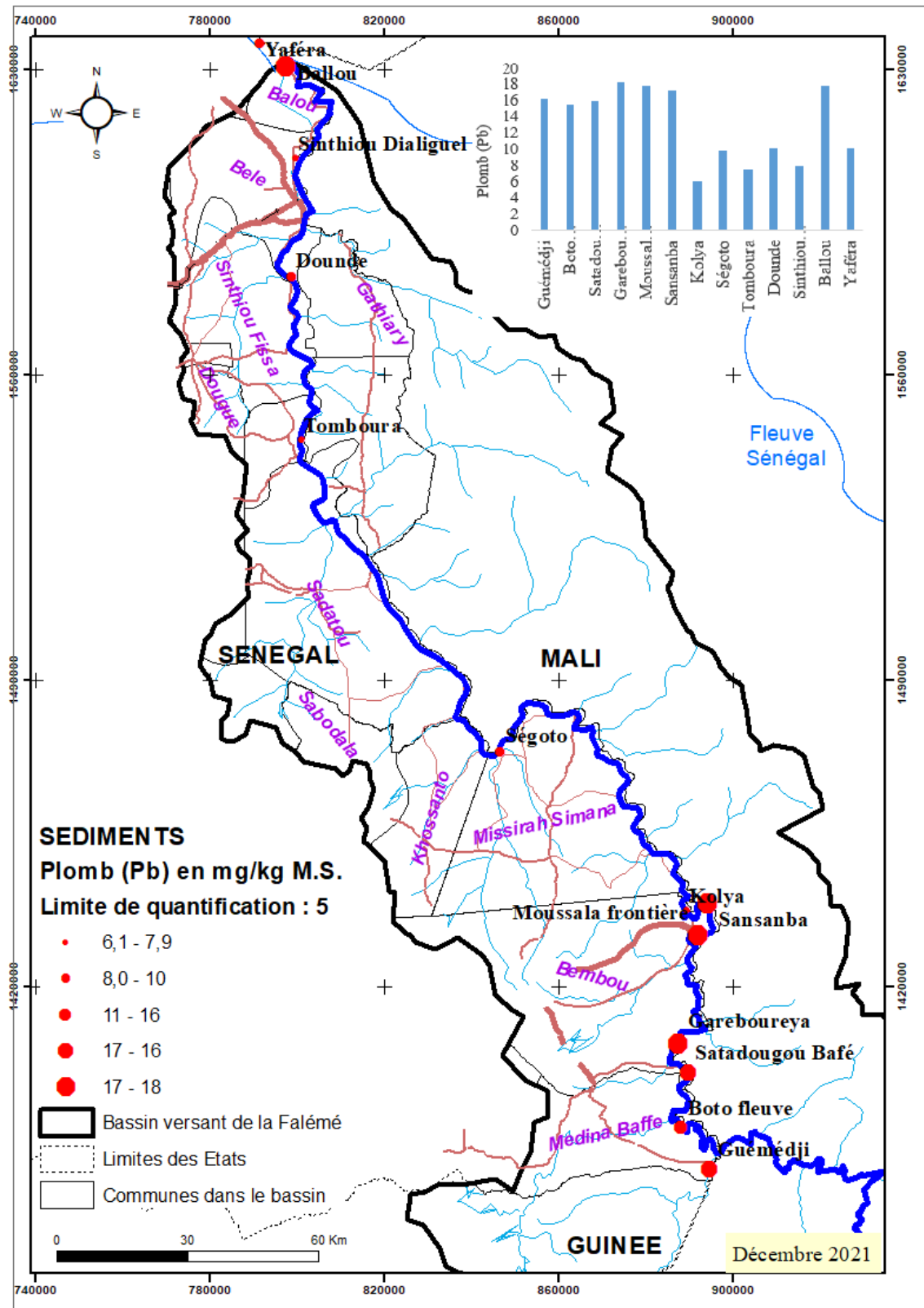


Figure 62 : Spatialisation de la pollution au plomb dans les sédiments de la Falémé

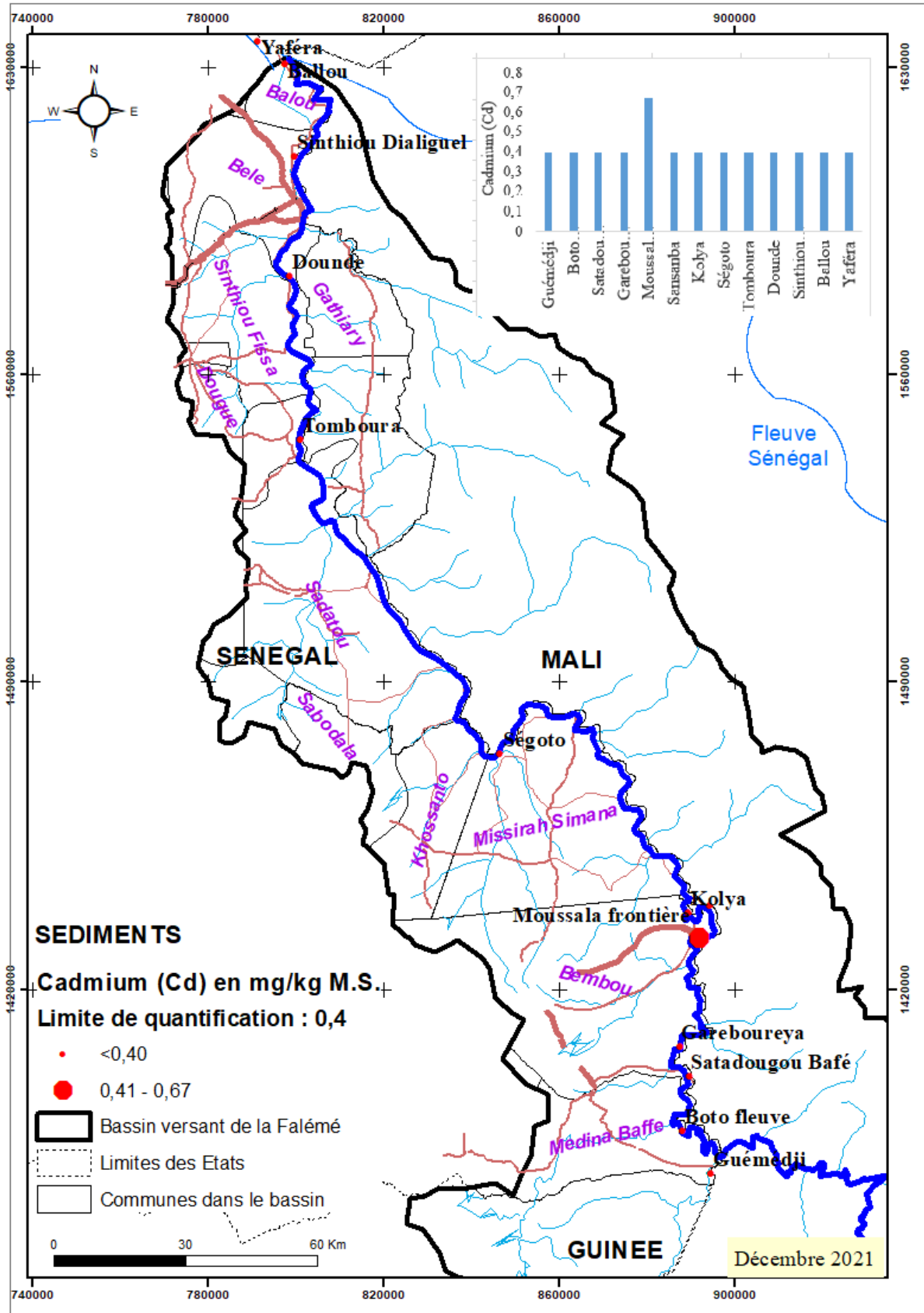


Figure 63 : Spatialisation de la pollution au cadmium dans les sédiments de la Falémé

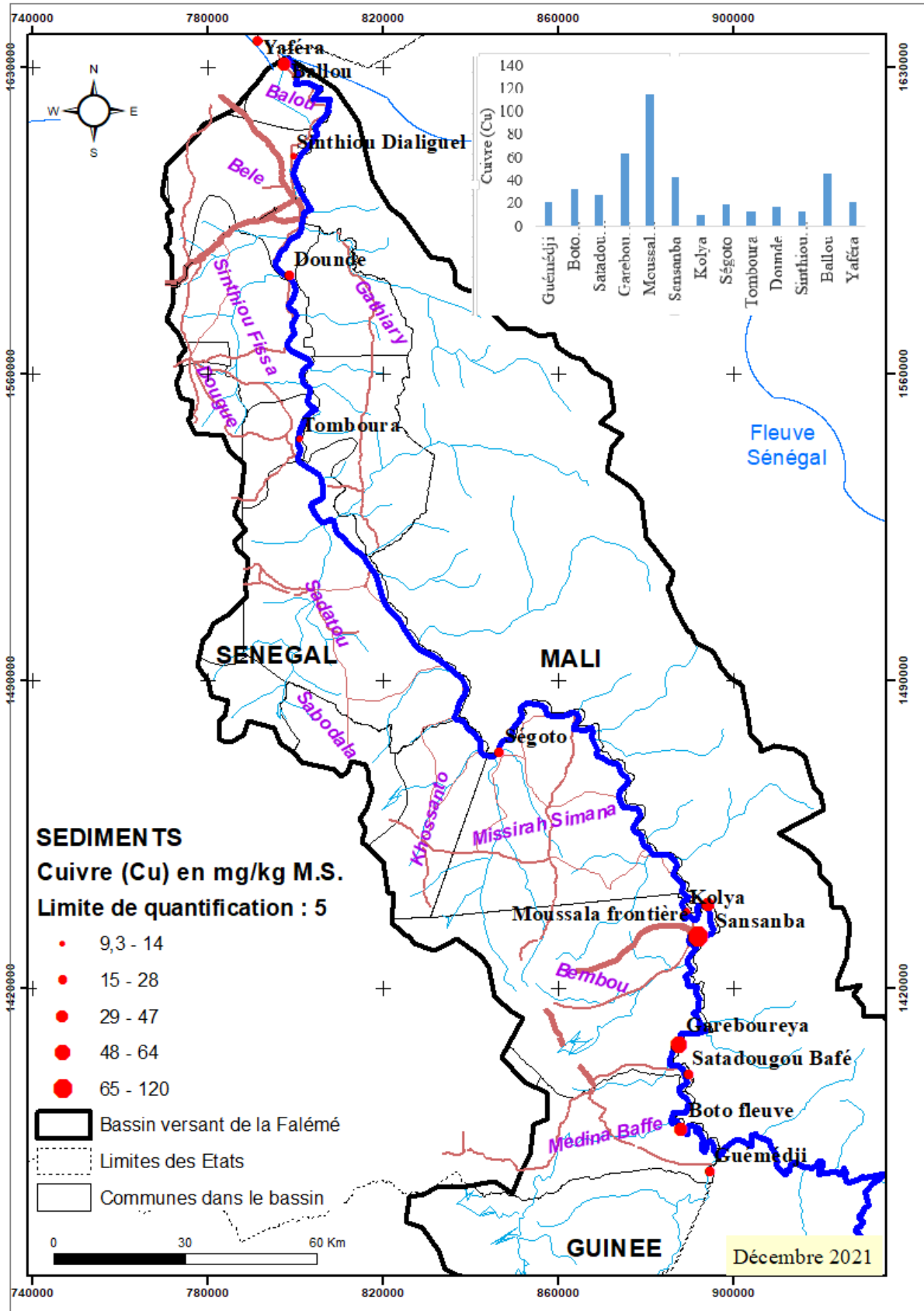


Figure 64 : Spatialisation de la pollution au cuivre dans les sédiments de la Falémé

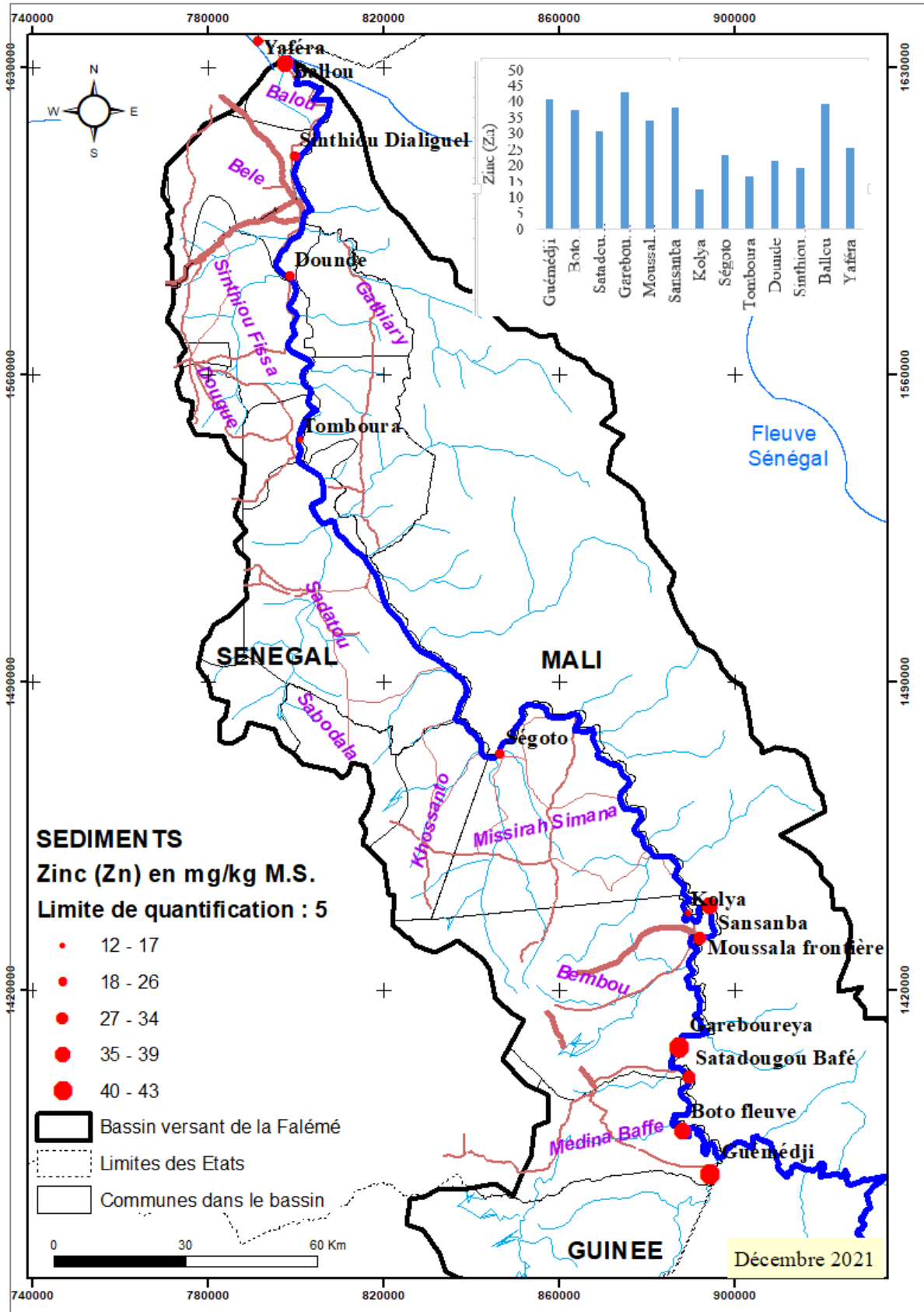


Figure 65 : Spatialisation de la pollution au zinc dans les sédiments de la Falémé

2.5.1.2 Cartes des mesures physico-chimiques sur le terrain.

La cartographie des principaux paramètres physico-chimiques mesurés sur le terrain avec la sonde multi-paramètres est présentée ci-dessous pour chaque médium : eaux de surface, eaux de profondeur et sédiments.

- Pour les eaux de surface

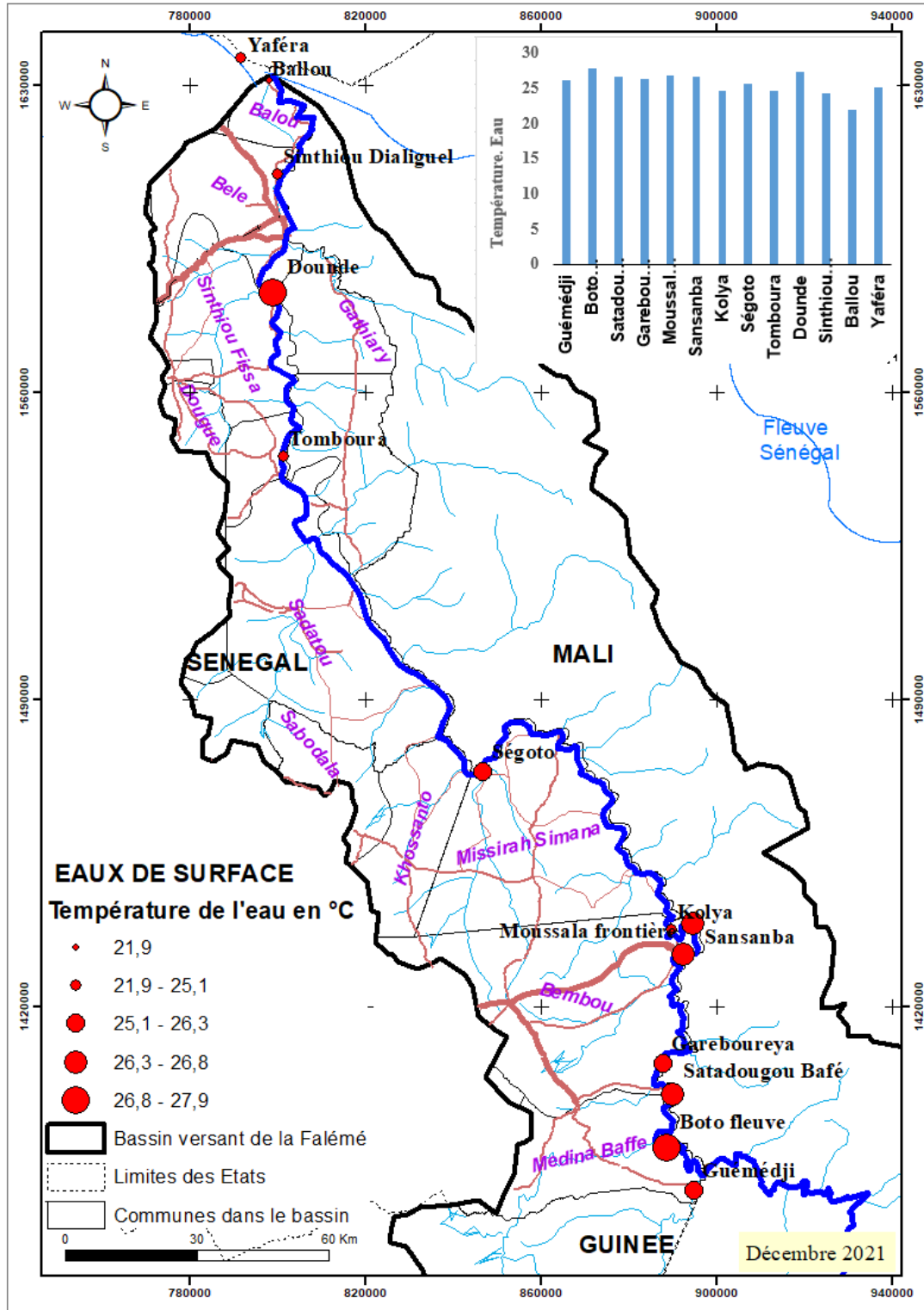


Figure 66 : Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

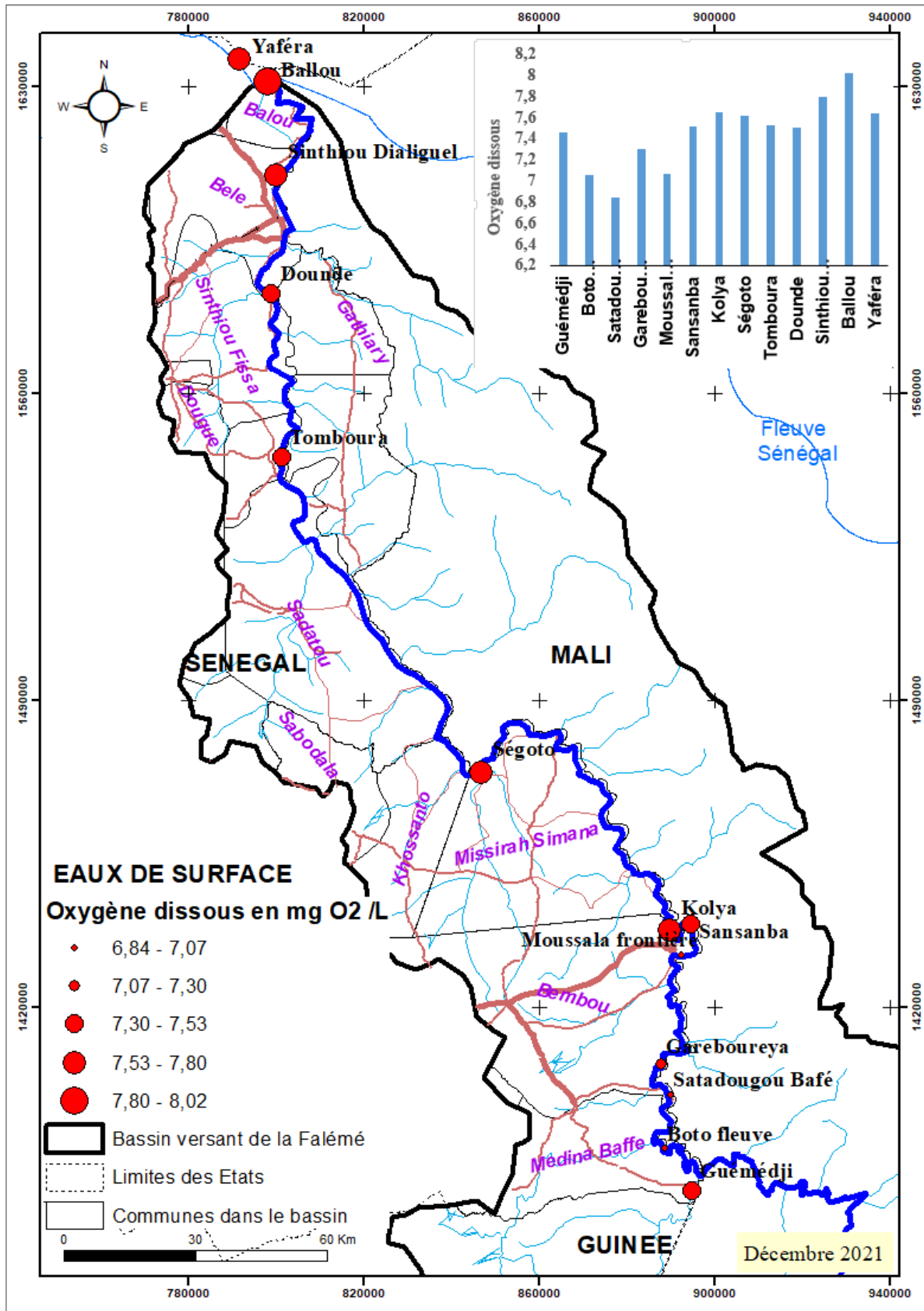


Figure 67 : Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

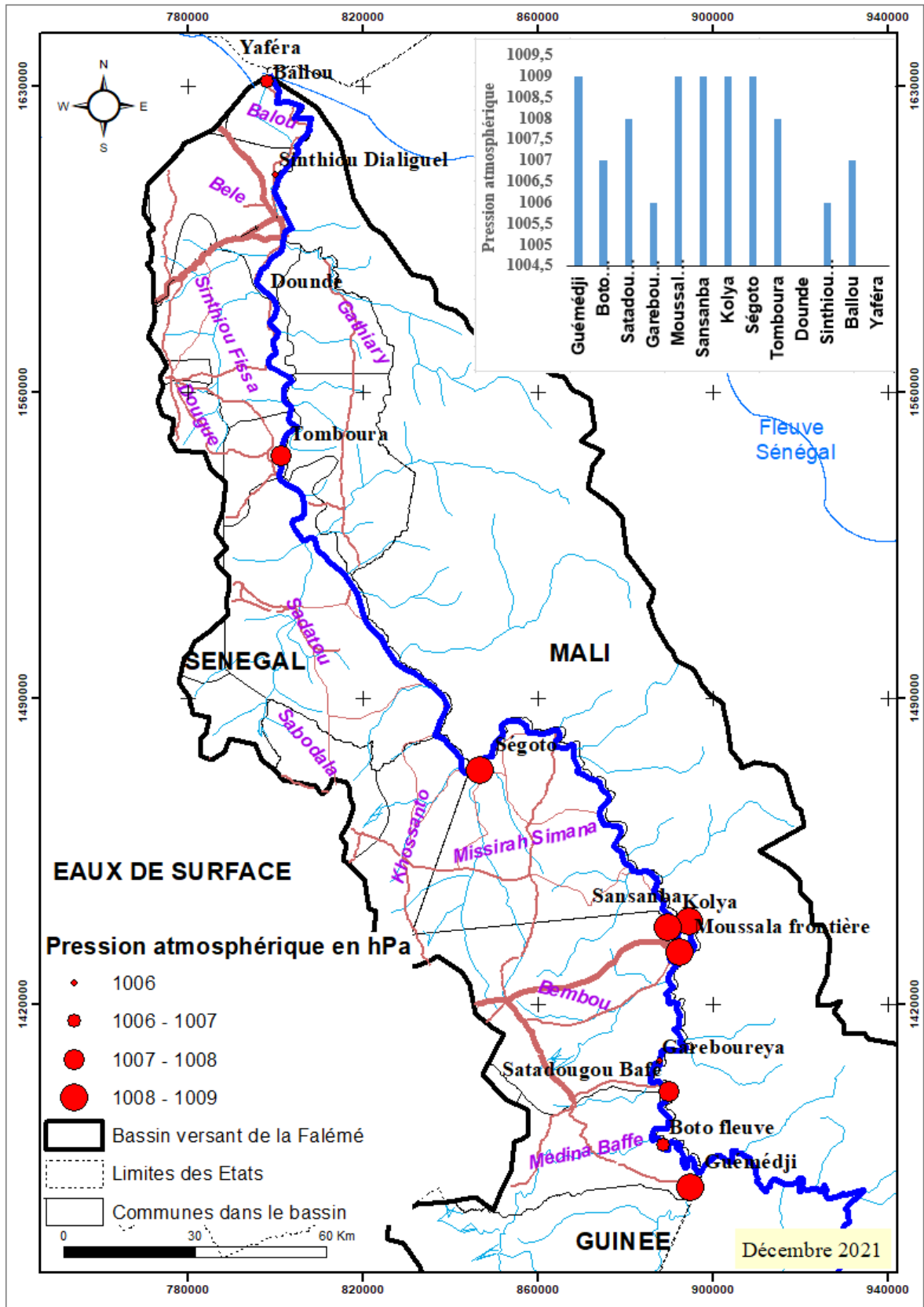


Figure 68 : Spatialisation de la pression atmosphérique dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

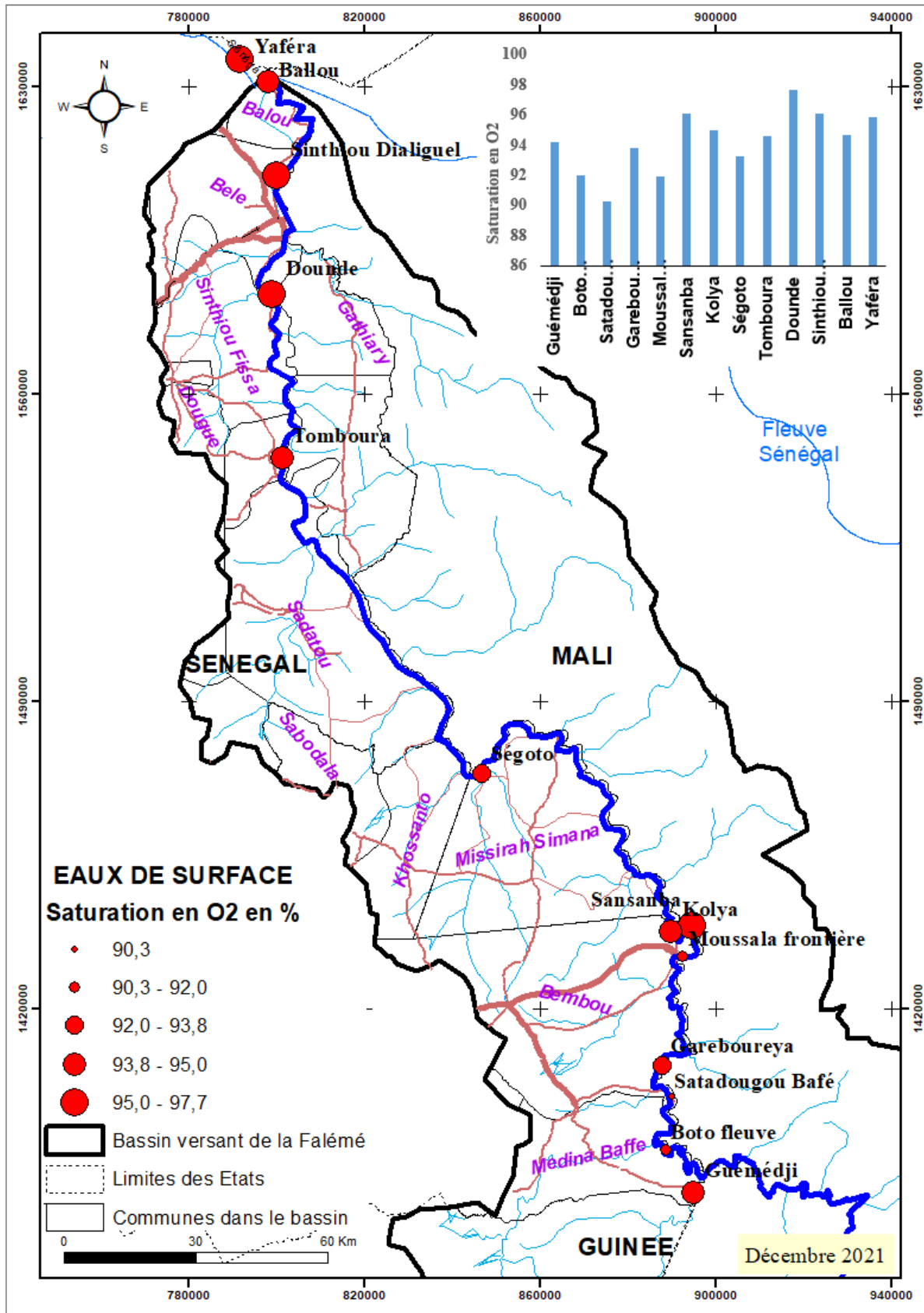


Figure 69 : Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

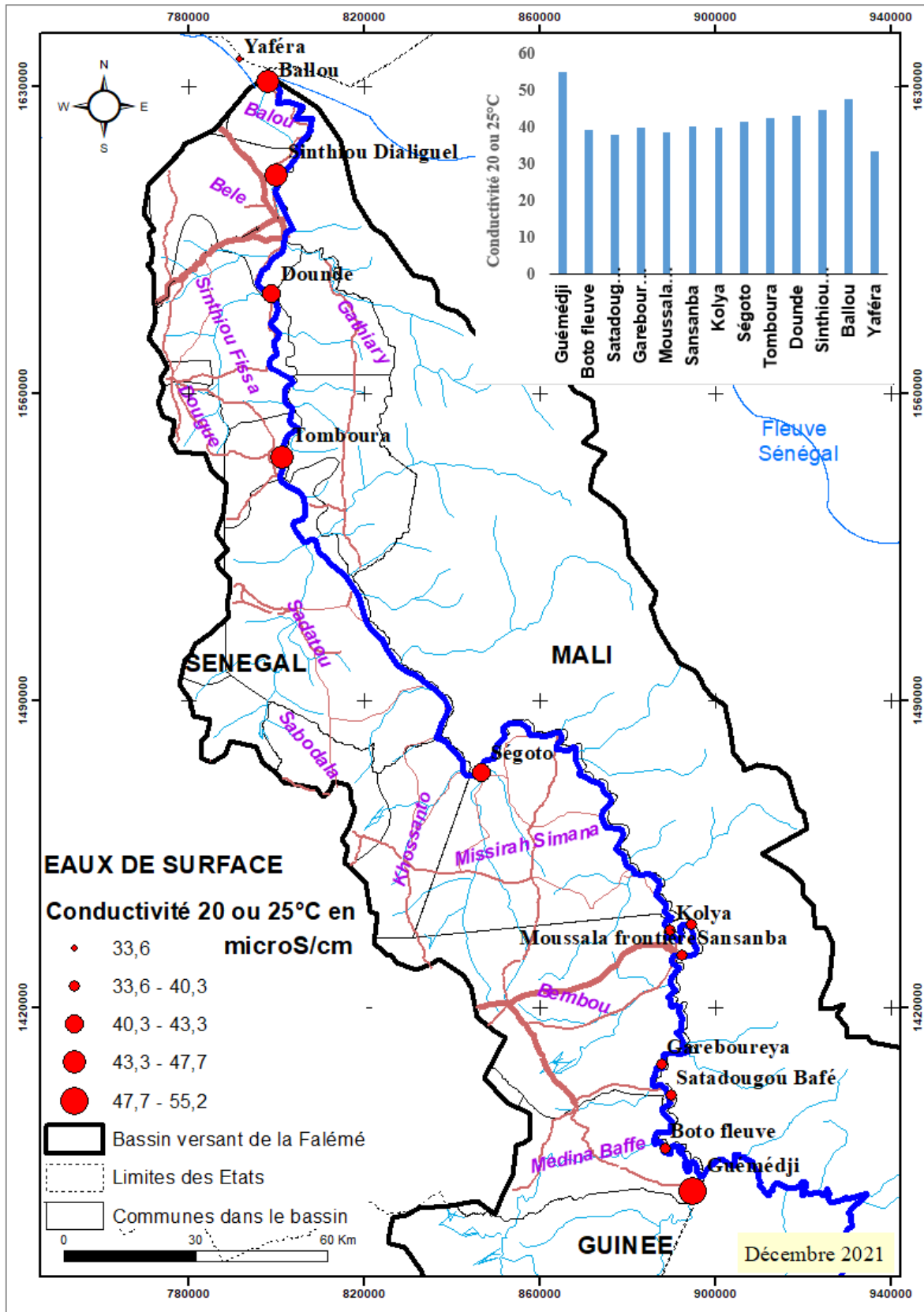


Figure 70 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

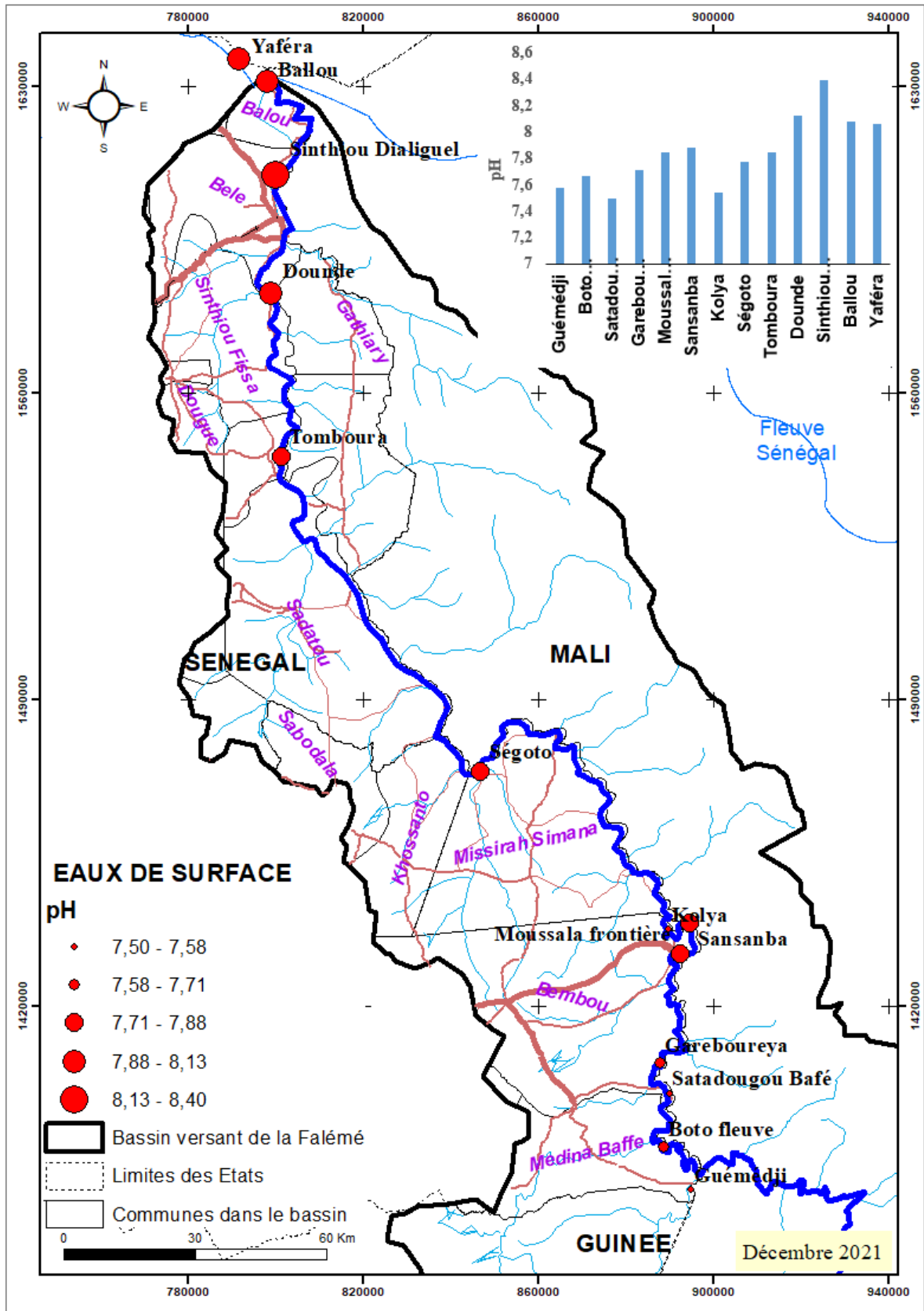


Figure 71 : Spatialisation du pH dans les eaux de surface du bassin de la Falémé

■ Pour les eaux de profondeur

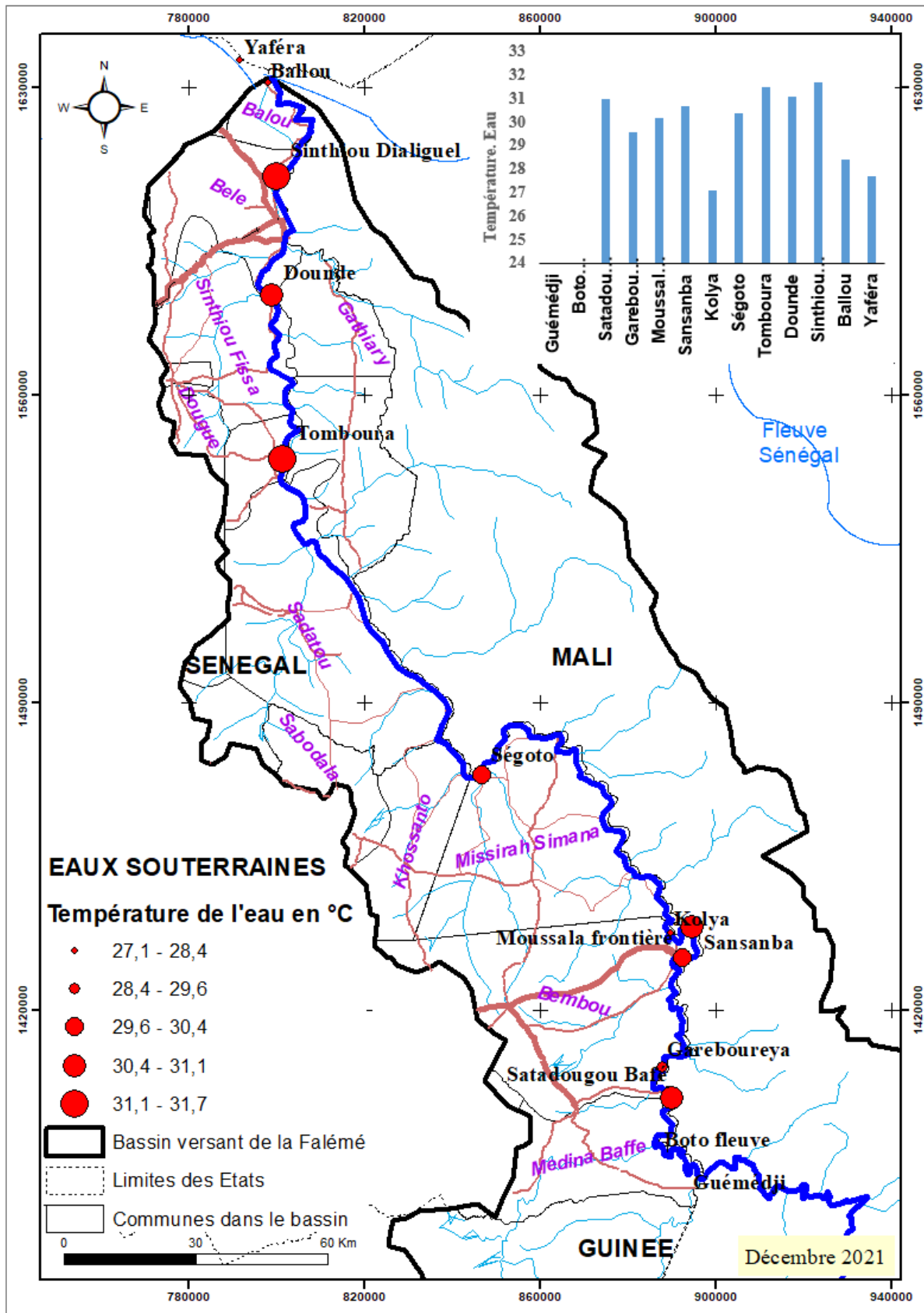


Figure 72 : Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

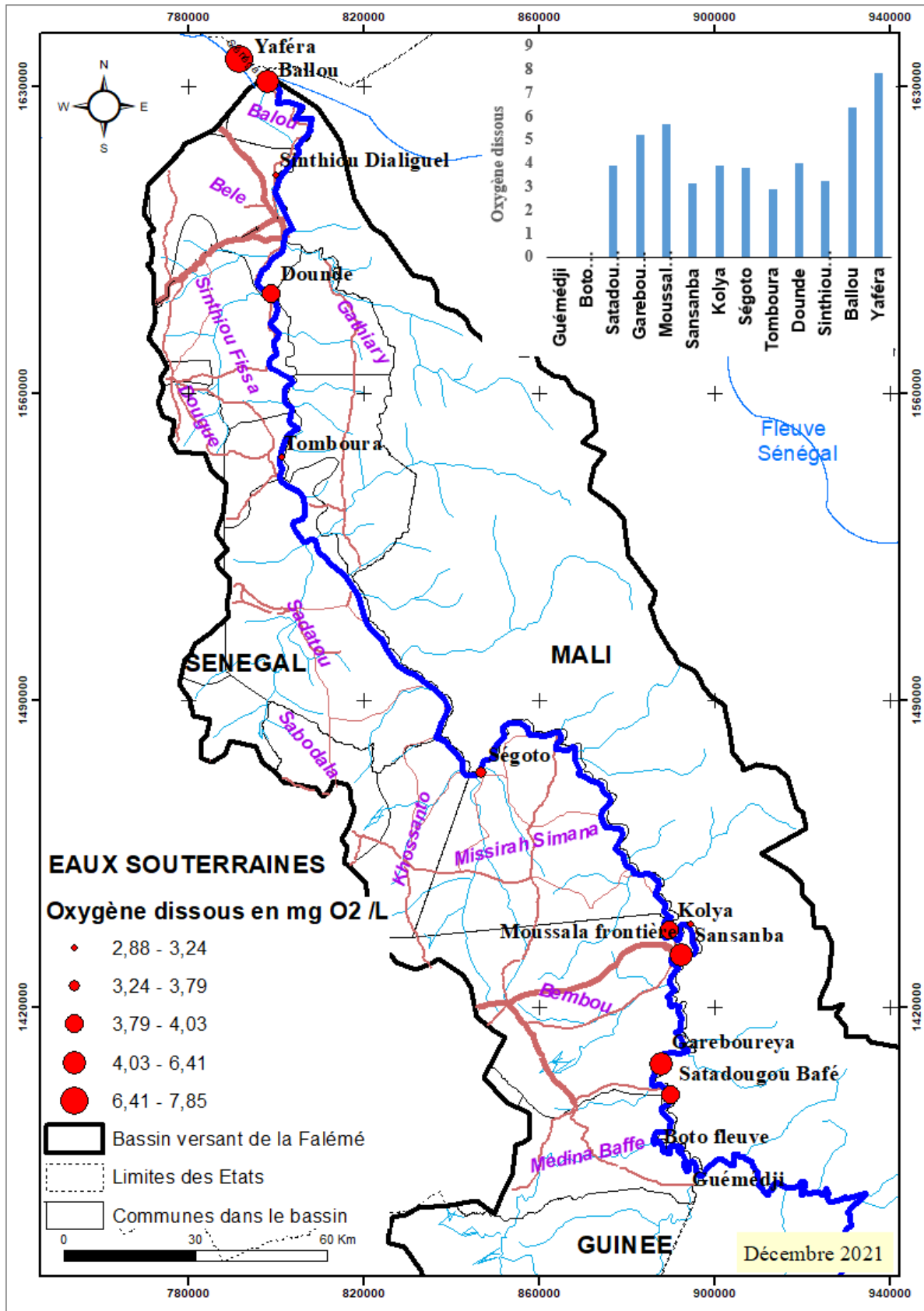


Figure 73 : Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

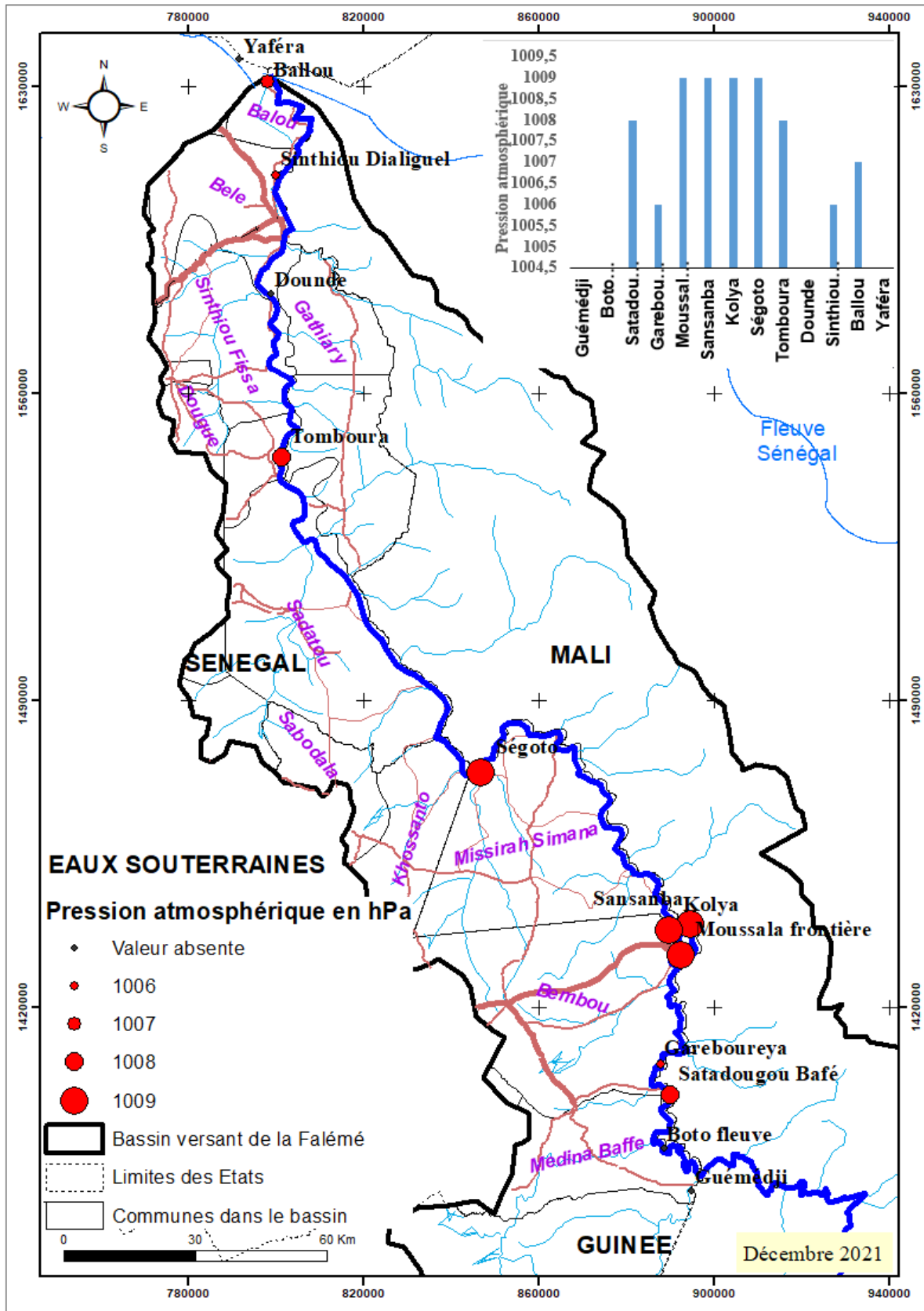


Figure 74 : Spatalisation de la pression atmosphérique dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

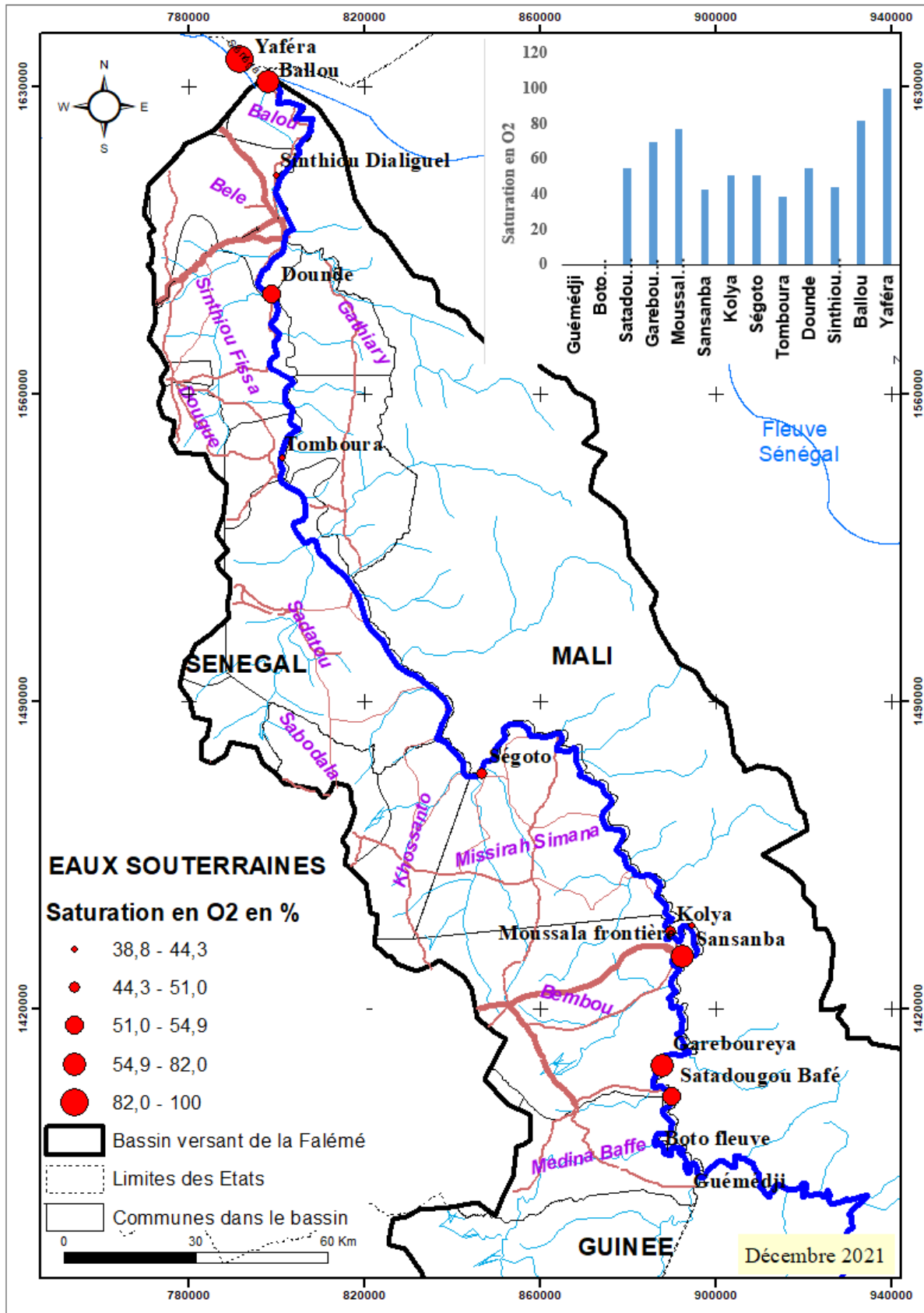


Figure 75 : Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

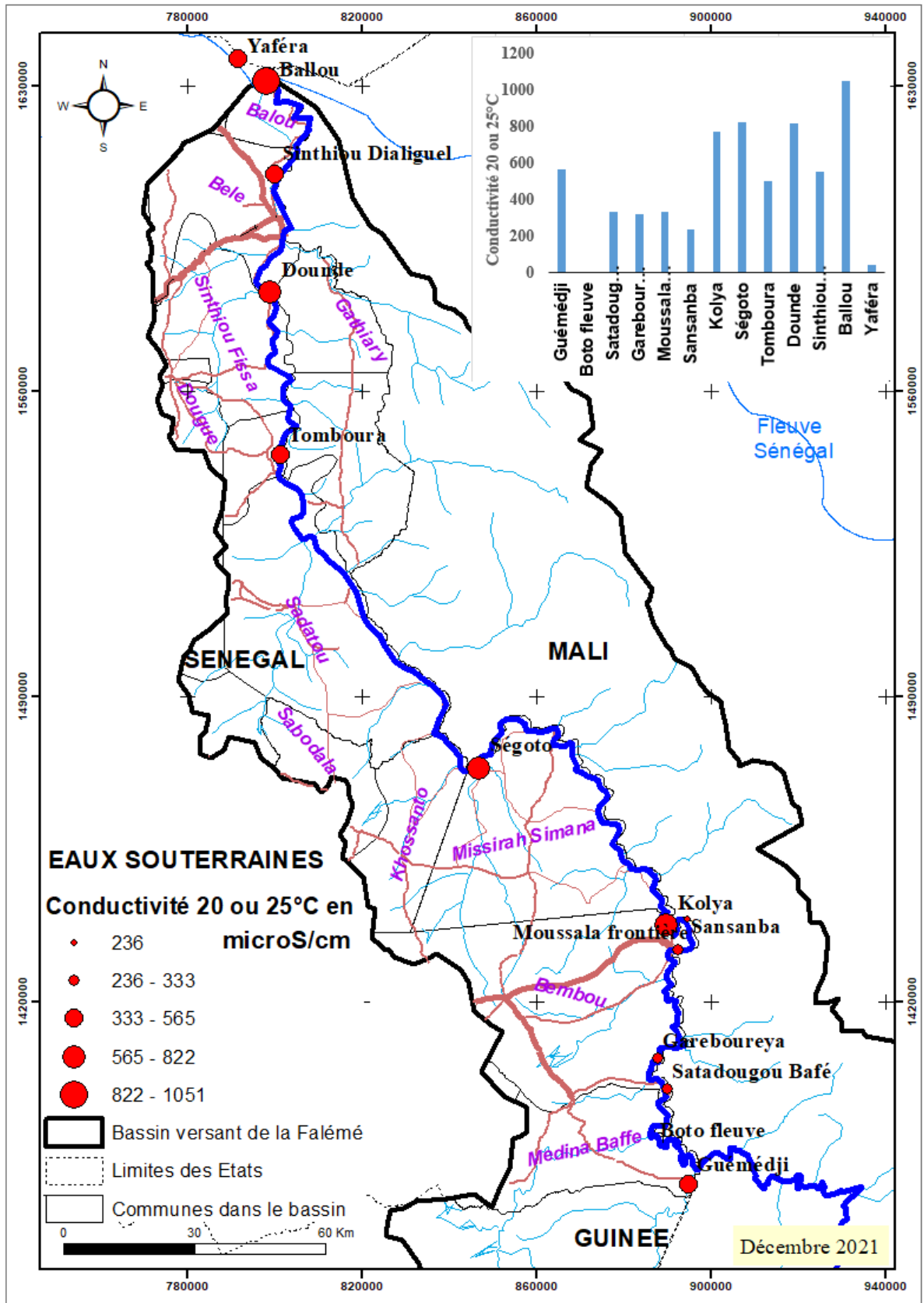


Figure 76 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

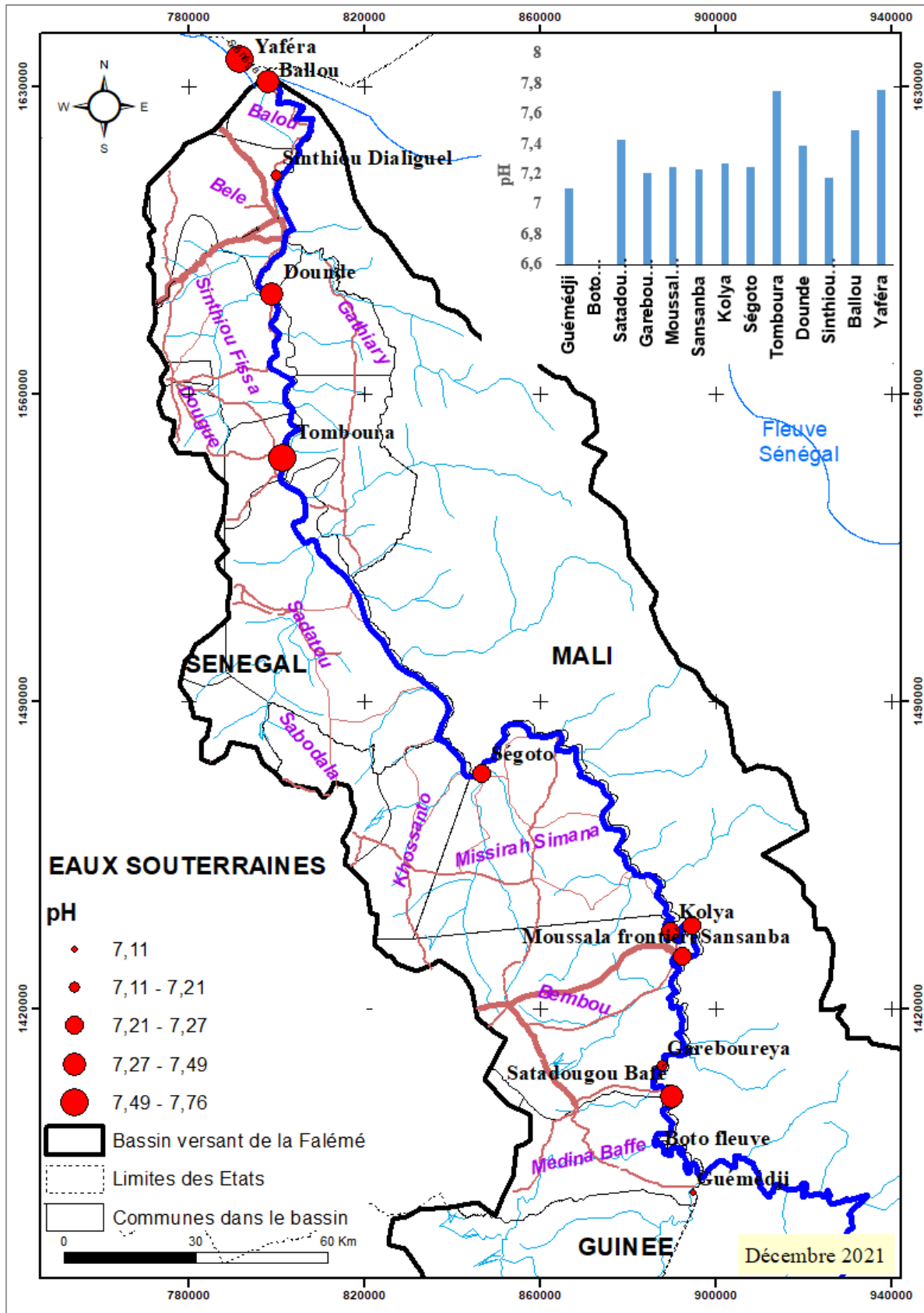


Figure 77 : Spatialisation du pH dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé

2.5.2 Localisation des zones où le niveau de pollution / contamination est le plus élevé

Pour localiser les zones où le niveau de pollution est le plus important, il est possible de raisonner sur des coupes Sud-Nord de la Falémé, à la fois pour les teneurs en métaux dans les sédiments et sur celles des eaux de surface.

2.5.3 Evaluation de l'impact géographique de la pollution avec les principaux polluants présents

L'impact des activités d'orpaillage pourrait idéalement être mis en évidence, comme cela a été précédemment fait avec d'autres auteurs, par des concentrations de mercure et de cyanures totaux importantes, en prélevant près des huttes d'amalgamation ou des bassins de lixiviation sur les lieux d'orpaillage. Mais la stratégie d'échantillonnage a été différente, faite de façon à "prospector" les zones impactées par les activités d'orpaillage. Ainsi, les analyses indiquent que très peu de "points chauds", mais montrent la zone où la rivière Falémé est réellement impactée (son eau et ses sédiments), comme le demandait les termes de références du présent projet.

L'analyse en métaux lourds dans les sédiments a été faite en les regroupant sous une seule catégorie : concentration en métaux lourds. Pour les eaux de surface, l'analyse détaille la concentration de chaque métal. Les eaux profondes sont très peu ou pas du tout impactées.

2.5.3.1 Dans les eaux

Dans les diagrammes ci-après, les concentrations (mg/l) en Pb, Cu, Ni, Cr, Co et aussi Al et Fe sont reportées pour les eaux de surface. Les maximas de concentrations se situent dans les mêmes stations, Boto, Satadou Bafé, Moussala frontière, Sansanba, Kolya ; ces stations sont plutôt situées en amont du lit de la Falémé. L'Al et le Fe sont aussi en concentrations élevées dans cette même zone de la rivière.

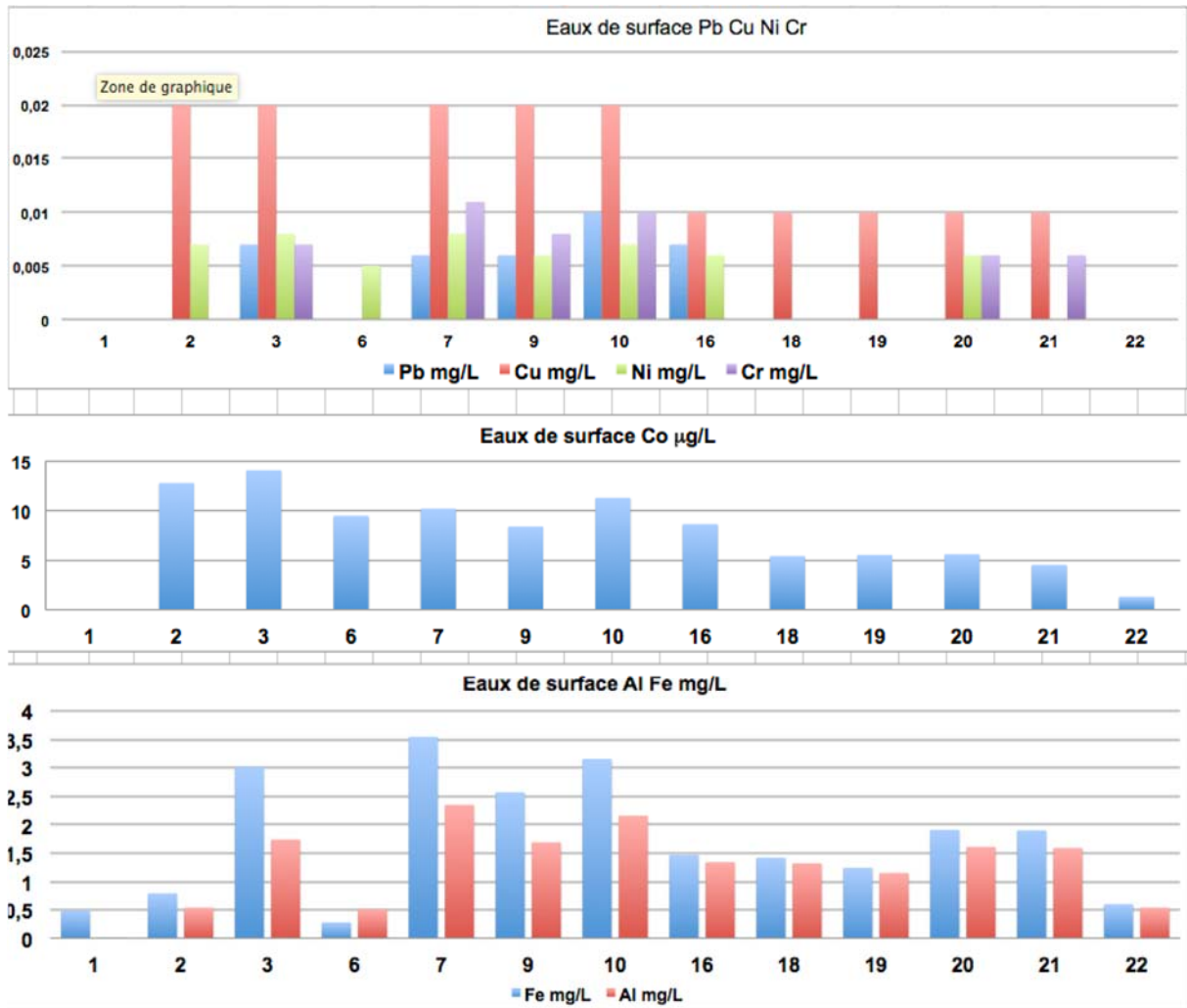


Figure 78 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé (en mg/l)

Légende : les numéros correspondent à ceux des fiches d'échantillonnage annexées au livrable T1, soit : 1 - Guémédji ; 2 - Boto fleuve ; 3 - Satadougou Bafé ; 6 - Gareboureya ; 7 - Moussala frontière ; 9 - Sansanba ; 10 - Kolya ; 16 - Ségoto ; 18 - Tomboura ; 19 - Dounde ; 20 - Sinthiou Dialiguel ; 21 - Ballou ; 22 - Yaféra.

2.5.3.2 Dans les sédiments

De même que pour les eaux de surface, les concentrations maximales sont localisées sur les stations de Boto, Gareboureya, Moussala frontière, Sansanba, Kolya et Sékhotu, stations plutôt situées en amont de la Falémé.

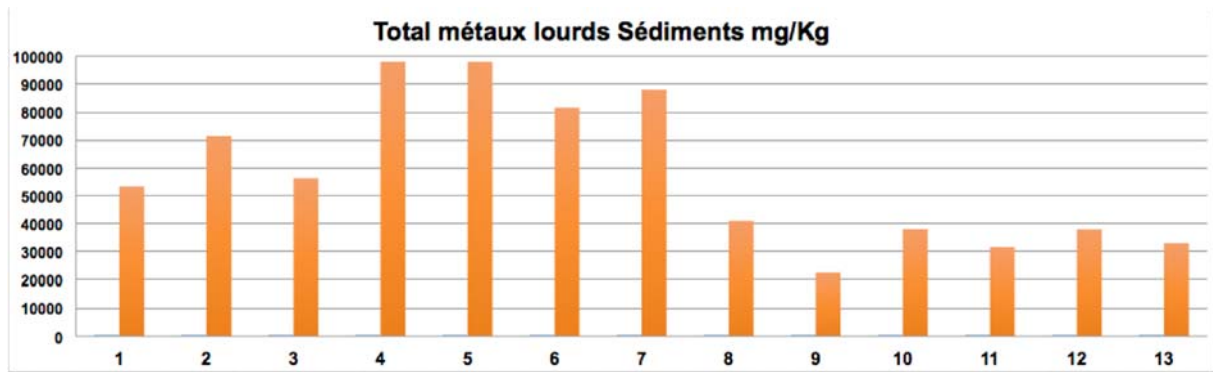


Figure 79 : Coupe Sud-Nord de la concentration totale en métaux lourds dans les sédiments de la Falémé. La concentration totale est exprimée en mg/Kg M.S.

Légende : les numéros de 1 à 13 (ce ne sont pas les n° des fiches d'échantillonnage) sont : 1 - Guémédji ; 2 - Boto fleuve ; 3 - Satadougou Bafé ; 4 - Gareboureya ; 5 - Moussala frontière ; 6 - Sansanba ; 7 - Kolya ; 8 - Ségoto ; 9 - Tomboura ; 10 - Dounde ; 11 - Sinthiou Dialiguel ; 12 - Ballou ; 13 - Yaféra.

Après la description qualitative et quantitative des résultats des analyses et des mesures, la suite de l'étude porte sur leur interprétation de manière à évaluer l'impact de l'orpaillage sur la qualité des eaux de la Falémé.

3 ANALYSE DE L'IMPACT DE L'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE DES EAUX ET LE REGIME D'ECOULEMENT DE LA FALEME AU SENEGAL

3.1 Interprétation des résultats des analyses de la mission au Sénégal

L'interprétation des résultats (eaux et sédiments) est basée sur les profils de concentrations des différents éléments analysés, le long d'une coupe Sud-Nord dans le lit vif de la Falémé. Les profils obtenus pour les métaux analysés sont présentés ci-dessous.

3.1.1 Interprétation des résultats des analyses des eaux

3.1.1.1 Interprétation des résultats des analyses des eaux de surface

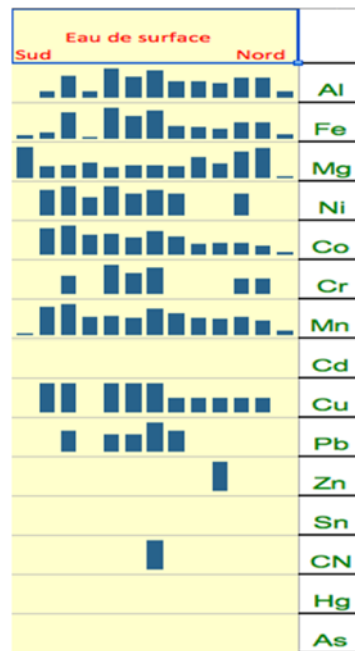


Figure 80 : Concentration des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise

Dans les eaux de surface, les teneurs en mercure, arsenic, cadmium et étain sont toujours sous la LQ (limite de quantification). Les cyanures totaux sont détectés, à Kolya avec 17 µg/L et le zinc à Doundé avec 0,08 mg/L.

Les profils de l'aluminium (Al) et du fer (Fe) : Ces deux éléments sont constitutifs des argiles, particules transportées par la Falémé dont la couleur marron clair en témoigne, ces particules s'appellent des MES (Matières en Suspension). Les teneurs en Fe et Al sont représentatives de la quantité de MES transportée. Les stations de Satadou Bafé, Moussala frontière, Sansanba et Kolya, sont celles où les concentrations en Al et Fe sont les plus fortes et il est possible de conclure qu'à ces endroits, la charge argileuse du fleuve est la plus grande. Cette observation est à mettre en relation avec une importante activité minière à ces endroits sur le fleuve et ses deux rives. Pour plus de facilité dans la lecture de la suite du texte, cette zone sera abrégée « SMSK » (Satadou - Moussala - Sansanba - Kolya).

Etant admis que les argiles piègent les métaux par adsorption, il est alors intéressant d'examiner les profils de concentration des teneurs des autres métaux pour les comparer à ceux de Al et Fe. Théoriquement, "plus d'argiles en suspension" (MES) devrait aussi signifier "plus de métaux lourds". Le profil de concentration du chrome est bien calé sur ceux de Al et Fe. C'est moins évident pour le nickel, le cuivre, le cobalt, dont les concentrations sont pourtant les plus hautes dans cette zone SMSK. Il est possible de faire l'hypothèse (à vérifier par la suite), qu'une activité minière, la plus importante et la plus impactante, se situerait dans cette zone SMSK. Elle serait donc responsable d'une augmentation des concentrations en métaux lourds (transportés par les argiles) dans cette zone. Par contre, le magnésium et le manganèse semblent être répartis tout au long de la Falémé et il est bien difficile de dire si ces éléments sont apportés par le fond géochimique de la région ou bien par les activités minières (orpaillers / EMAPE ou industriels) (Figure 80).

3.1.1.2 Interprétation des résultats des analyses des eaux de profondeur

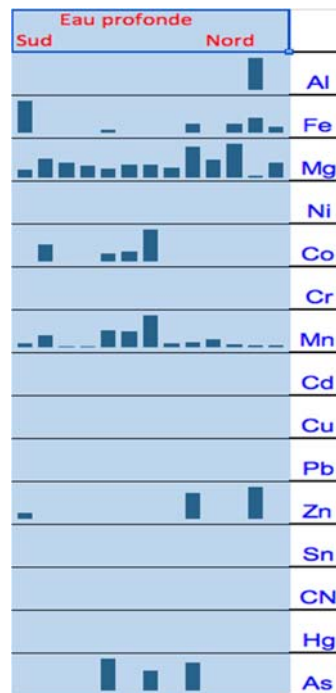


Figure 81 : Concentration des métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise

Les concentrations en métaux lourds des eaux profondes sont faibles. Les seuls métaux présents partout, au-dessus de la LQ (Limite de Quantification), sont le magnésium et le manganèse. Cette observation semble confirmer l'hypothèse que ces éléments correspondent au fond géochimique régional. Un nombre plus conséquent d'échantillons permettrait de vérifier cette hypothèse.

Le cobalt et l'arsenic ne sont détectés que ponctuellement :

- Le cobalt, dans les eaux de forage Satadou Bafé (0,71 µg/L), Sansanba (0,33 µg/L), Kolya (0,42 µg/L) et Sékhoto (1,35 µg/L) ;
- L'arsenic, juste au-dessus de la LQ, dans les eaux de Sansanba (0,008 µg/L), Sékhoto (0,005 µg/L) et Doundé (0,007 µg/L). Ces stations font parties de la zone SMSK. Les concentrations sont faibles, et l'hypothèse d'un impact des activités minières sur les eaux profondes de ces localités peut être écartée.

Le zinc n'est détecté dans les eaux profondes qu'à Guémédji, Doundé et Yafféra. Les résultats Zn sont ininterprétables parce qu'il est impossible de trouver une tendance avec seulement 3 analyses dans 3 lieux si espacés.

3.1.2 Interprétation des résultats des analyses des sédiments

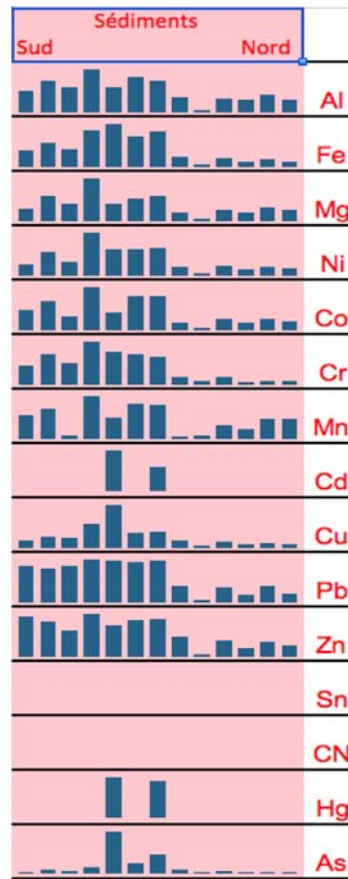


Figure 82 : Concentration des métaux lourds des sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord en rive sénégalaise

Du Sud au Nord de la Falémé, les seules localités impactées sont, pour le mercure, Moussala frontière et Kolya, avec les sédiments prélevés contenant respectivement 0,11 et 0,10 mg/Kg MS, mais aussi avec les doublons (mg/Kg MS) : Guémédji (0,18), Gareboureya (0,1), Moussala frontière (0,11), Sansanba (0,12) et Kolya (0,11) (Figure 82).

Les profils de concentrations des métaux lourds des sédiments de la Falémé sont presque tous identiques et calés sur les profils de l'aluminium et du fer, avec des concentrations toujours plus fortes dans la zone SMSK. Ces profils montrent bien que la concentration en métaux lourds dans les sédiments est un paramètre pertinent pour tracer l'impact des activités minières d'orpaillage sur le fleuve. Ces activités sont responsables de la mise en suspension dans le fleuve de particules porteuses de métaux lourds. Les métaux les plus présents sont le nickel, le cobalt, le chrome, le cadmium (à plus basse concentration), le cuivre, le plomb et le zinc, c'est à dire des métaux présents dans le substratum de la Falémé. En fait, l'activité minière (surtout les dragues industrielles qui opèrent sur le fleuve) provoque une pollution par une mise en suspension importante d'argiles dans les eaux du fleuve. Les cyanures ne sont jamais détectés, ni l'étain, mais le mercure et l'arsenic sont présents dans cette zone SMSK d'activité importante. Dans le cas du mercure et de l'arsenic, il s'agit d'une pollution chimique provoquée par les activités minières et/ou des artisans orpailleurs.

La zone la plus impactée par les activités minières est bien la zone SMSK, située plutôt en amont de la Falémé. Les teneurs en métaux lourds dans les sédiments sont plus faibles en aval. Cette diminution des concentrations correspond en fait à une diminution des quantités de MES transportées par le fleuve vers l'aval. La rupture de pente du cours de la Falémé, un peu en amont de Dioubéla (latitude 13,73700° et longitude -12,10053°), est vraisemblablement responsable d'une perte de charge importante causée par une diminution de déclivité et donc de vitesse de la rivière ; ce changement de régime hydraulique favorise le dépôt, en aval, des argiles et d'une manière générale des sédiments. La Figure 83 permet de confirmer la pertinence du paramètre "topographie" sur la concentration en métaux lourds des sédiments de la Falémé.

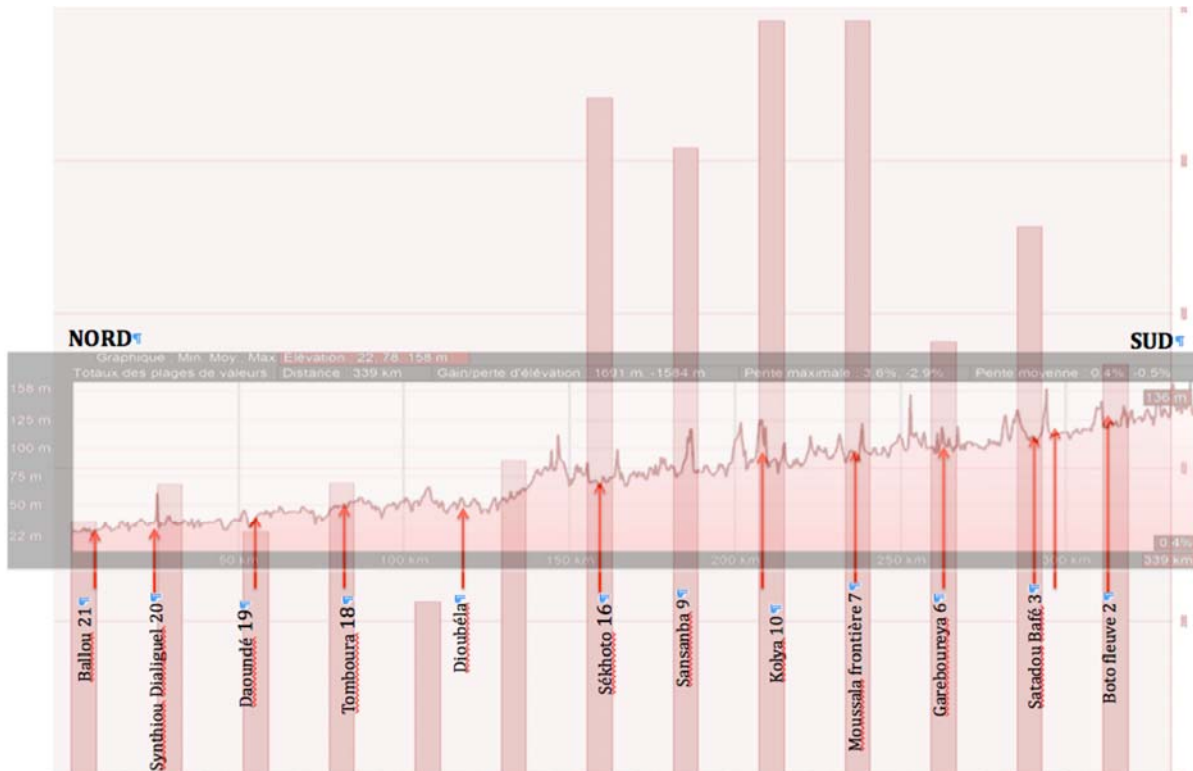


Figure 83 : Pertinence du paramètre "topographie": Report des quantités totales de métaux lourds analysés dans les sédiments sur le profil topographique de la Falémé du Sud au Nord

Cependant, il ne faut pas écarter l'hypothèse que la diminution des ETM dans les sédiments soit due à la diminution des activités minières dans la portion aval de la Falémé, notamment celle pratiquées avec des grosses dragues. Un échantillonnage plus dense permettrait de trancher. Par ailleurs, il est possible que les deux hypothèses soient vérifiées en même temps.

3.1.3 Interprétation des résultats des mesures physico-chimiques

Les mesures physico-chimiques, que ce soit les mesures de pH, d'oxygène dissous, du taux d'oxygène ou de la conductivité ne permettent pas de tirer des conclusions convaincantes, vérifiant ou infirmant les conclusions obtenues à partir des analyses chimiques.

- Le pH

La tendance acide des eaux amont de la Falémé coïncide avec les très nombreux points de traitement du minerai le long des deux berges. L'acidité pourrait provenir de l'altération des sulfures contenus dans les tailings ou bien de la décomposition de la matière organique végétale, qui produit du CO₂ dans les premières couches du sol, et à la présence du socle granitique (dont les roches sont riches en quartz) (Niamke et al., 2020).

▪ **La température**

Comme l'échantillonnage a été effectué durant la première décennie du mois de décembre sur la rive sénégalaise de la Falémé, il est normal que la valeur de la température des eaux de profondeur soit plus élevée que celle des eaux de surface. Tous les échantillons des eaux de profondeur ont une température supérieure à la norme de potabilité fixée par l'OMS comprise entre 22 et 25°C. Toutefois, cela n'entrave en rien leur caractère potable, car les valeurs de température élevées dans les eaux de profondeur pourraient s'expliquer par l'influence de la chaleur ambiante (40°C diurne en moyenne) sur les eaux prélevées (Niamke et al., 2020).

▪ **Le taux de saturation en oxygène**

Le fort taux de saturation en oxygène de 92 et 96% dans les eaux de surface, très chargées en argiles, vient peut-être du fait qu'aucune vie n'est possible dans la rivière et donc que tout l'oxygène dissous reste disponible. Ces pourcentages élevés de saturation en oxygène représentent théoriquement un taux excellent pour la plupart des organismes d'eau courante. Pourtant, les riverains sont unanimes à dire que toute forme de vie a disparu de la Falémé. La réponse est sans doute dans la charge boueuse anormalement importante qui inhibe le développement de la vie aquatique.

Les concentrations en oxygène dissous (mg/l) dans les eaux ont été classées en quatre catégories pour définir l'existence ou non d'une vie aquatique (Groupe d'éducation et d'éco surveillance de l'eau - G3E, 2013, ONG canadienne) :

- de 0 à 2 mg/l : insuffisant pour la survie de la plupart des organismes ;
- de 2 à 4 mg/l : seulement certaines espèces de poissons et d'insectes survivent ;
- de 4 à 7 mg/l : acceptable pour les espèces de poissons d'eau chaude, mais faible pour les espèces de poissons d'eau froide ;
- de 7 à 11 mg/l : idéal pour la plupart des poissons d'eau douce.

▪ **La conductivité**

Il ressort de cette étude, comparée à celle réalisée par le LNE Mali, que la conductivité serait plus faible en décembre. Cela peut s'expliquer par des apports importants de l'eau douce ou par une activité minière artisanale plus réduite qui relargue moins de rejets. Les eaux des forages et celles de la rivière sont faiblement minéralisées, malgré l'activité d'orpaillage et les rejets miniers (tailings et effluents) issus du lavage du minerai dans les affluents ou sur les berges. Ces valeurs de minéralisation, en moyenne 41,9 µS/cm dans les eaux de surface et 54,0 µS/cm dans les eaux de profondeur, sont à comparer avec la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est comprise entre 180 et 1000 µS/cm (Niamke et al., 2020).

Il est admis que des particules argileuses en suspension dans l'eau sont chargées électriquement. Ces forces électrostatiques augmentent leur pouvoir « collant ». Dans ces conditions, il est raisonnable de penser que les électrodes de la sonde ont

pu être recouvertes par les particules argileuses empêchant ainsi le courant électrique de traverser « la solution ». D'où des mesures de valeurs de conductivité très basses.

▪ La turbidité

La turbidité de la Falémé lui confère une couleur marron qui a un impact sur la température de l'eau, car une couleur foncée absorbe mieux la chaleur. Donc, si l'eau devient plus chaude, elle s'évapore mieux et si son évaporation augmente, sa salinité augmente aussi. Ce phénomène ne doit pas trop se faire ressentir en saison des pluies, par contre, en saison sèche, il doit jouer un rôle important. Cette turbidité est surtout impactée par la charge solide due davantage aux activités industrielles qu'artisanales dans le lit vif.

Cette très forte turbidité, visible à l'œil nu, est principalement provoquée par l'activité de plusieurs dragues industrielles dans le cours supérieur de la Falémé. A cela s'ajoutent plusieurs centaines de zones de traitement du minerai aurifère dont les sluices rejettent directement leurs effluents (composés principalement d'eau mélangée à de l'argile) et leurs tailings (avec ou sans Hg) dans la rivière. Ce sont ces activités minières, industrielles et EMAPE, qui sont à l'origine de cette pollution argileuse, dont les particules sont capables de flotter dans le courant sur de très longues distances.

Ces argiles transportent par adsorption les ETM, des oxydes minéraux insolubles, qui accompagnent cette pollution physique.

Actuellement (décembre 2021), les apports en matières organiques jouent certainement un rôle négligeable dans la turbidité. D'ailleurs, l'« embourbement » du lit tue la végétation aquatique. Quant aux berges, les lambeaux de ripisylve sont insuffisants pour apporter dans la rivière une quantité de biomasse significative pour la colorer avec des tanins ou y répandre des acides humiques.

La turbidité engendrée par l'érosion des berges ou du sol sous l'effet des fortes pluies d'été concourent à ce phénomène dans une bien moindre mesure, d'une part, parce qu'il est épisodique et d'autre part parce que le profil d'équilibre de la rivière était atteint depuis bien longtemps et que les paysans s'en accommodaient fort bien avant l'arrivée des orpailleurs.

Ainsi donc, la turbidité de la Falémé résulterait essentiellement du remaniement des sédiments fins du fond du lit par les dragues industrielles. La connaissance de la taille des godets des dragues et une analyse granulométrique permettraient d'estimer les volumes de sédiments fins mobilisés. L'impact de cette suspension d'argile est connu : les riverains sont unanimes à dire que "la Falémé est morte !" Plus vers l'aval, dans le fleuve Sénégal, il n'est pas impossible de penser que ces argiles soient entraînées jusqu'à l'océan, pouvant perturber les cycles biochimiques du delta, avec des conséquences probables sur la biodiversité.

3.1.4 Interprétation des résultats par rapport à la saison

Les deux campagnes de terrain ont été conduites de façon ponctuelle, l'une en décembre 2021, l'autre en mars 2023. Il n'est pas possible d'interpréter les résultats en fonction de la saison.

Au cours de la campagne sur la rive sénégalaise, la partie haute des berges étaient entre 5 ou 7m au-dessus de la surface de l'eau. C'était la pleine saison du

redémarrage de l'orpaillage (et des dragages), sans doute un des meilleurs moments de l'année pour cette activité, avec suffisamment d'eau, mais pas trop pour gêner le travail en lit vif. A ce moment-là, les orpailleurs étaient actifs et rejetaient probablement beaucoup d'effluents et de débris miniers dans la Falémé, sous forme d'argiles, de tailings, mercure et cyanure. Toutefois, malgré le début de la saison sèche, le débit de la rivière était encore assez fort pour diluer les produits chimiques au fil de l'eau. Il est possible que leur concentration ait été plus élevée à l'étiage (avril - mai).

Il est possible d'imaginer que la saisonnalité joue un grand rôle dans le taux de pollution du bassin versant de la Falémé dont le régime hydrologique et climatique (Annexe 6) varie énormément au gré des saisons. Ainsi, le débit moyen de la Falémé en période de crue peut être 1000 à 1500 fois plus important qu'à l'étiage.

La pente des berges est très raide. Ce profil transversal en « U » prouve qu'un puissant courant d'eau avec une importante charge solide érosive, dégrade les berges. Celles-ci sont d'ailleurs constituées d'un matériel relativement peu induré (alluvions, colluvions, éluvions), seul leur surface est parfois carapaçonnée par un niveau latéritique lié à la géologie du sous-sol. Toutefois ce violent courant semble incapable de disperser les rejets miniers solides et grossiers qui paraissent persister d'une saison à l'autre (ils restent visibles sur des images satellites multi-temporelles) ; par contre les rejets fluides (avec Hg métal, CN, cations et anions) des artisans miniers sont bien sûr entraînés et dilués par la crue. Les rejets solides (un mélange de blocs, galets, graviers, sable, argiles) des dragues industrielles affleurent sous la forme d'andains (rangées parallèles de dépôts) au fur et à mesure que le travail avance sur toute la largeur du lit.

3.2 Analyse qualitative des impacts environnementaux de l'orpaillage

3.2.1 Examen de l'impact des activités minières sur l'écoulement de la Falémé

Dans le bassin versant de la Falémé, l'activité minière est répartie entre les grandes mines (au sens classique du terme), les exploitations minières « d'orpaillage lourdement mécanisées » (les dragues et les pelles mécaniques) et les EMAPE. L'orpaillage traditionnel avec des outils manuels traditionnels a (presque) totalement disparu avec l'arrivée sur le marché du matériel chinois.

3.2.1.1 Impact des activités minières industrielles sur les ressources en eau

L'utilisation des dragues dans le lit de la Falémé est un phénomène destructeur compromettant l'avenir de cette rivière au regard des impacts environnementaux que cette pratique engendre. Mais c'est surtout l'activité intensive de quelques grosses dragues industrielles opérant du côté malien, fouillant illégalement sur toute la largeur du lit de la Falémé, qui entraîne une importante modification de la topographie du lit du cours d'eau (bien visible en vue satellite). L'impact de l'activité des petites dragues EMAPE est sans commune mesure comparable à celle des dragues industrielles. Leur capacité et leur rendement sont bien moindres, mais leur impact s'ajoute néanmoins à celui des grosses unités. Au moment des basses eaux, la rivière est coupée ou traversée à plusieurs endroits par une succession de bancs de sable et/ou de gravier. Ce sont les rejets des dragages maliens qui s'étendent parfois sur près de 10km de long. Ils créent des barrages artificiels qui réduisent le

débit et provoque des étiages précoces. Aujourd'hui, il paraît urgent de stopper cette pratique, pour éviter l'arrêt des écoulements dans un avenir plus ou moins proche. L'augmentation de la charge argileuse trouble l'eau et diminue l'activité photosynthétique, rendant les habitats aquatiques moins hospitaliers pour le biote (Burton et Johnston, 2010). Dans la Falémé, en accord avec les propos tenus par les riverains et les autorités locales rencontrés, il est possible d'affirmer que la vie aquatique est impossible à cause d'un excès d'argiles en suspension.

En outre, les prélèvements d'eau des grandes mines industrielles maliennes peuvent fortement affecter les petits cours d'eau qui sont des affluents de la Falémé et par conséquent, perturber ainsi le ruissellement et la recharge du cours d'eau principal.

En somme, les impacts sur l'eau sont quantitatifs et qualitatifs avec une utilisation massive d'eau, suivi de rejets liquides chargés de polluants chimiques et de minéraux (principalement des argiles, mais aussi des ETM). En effet, traitement du minerai peut entraîner des rejets intentionnels et non intentionnels d'eau de production et de produits chimiques, peut provoquer une érosion due aux perturbations de la surface du terrain et peut modifier le débit de l'eau en raison de prélèvements excessifs d'eau de surface ou souterraine. Une baisse localisée des nappes phréatiques, une augmentation de l'envasement des rivières et une augmentation des inondations ont toutes été observées dans le cadre de l'exploitation minière en général (UNEP, 2008 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4555259/-B90-ijerph-12-08971>).

Une turbidité élevée de la Falémé aux abords des zones minières est une indication de la perturbation du sol et des alluvions. Elle peut également diminuer l'efficacité de la désinfection de l'eau potable. En particulier dans les zones rurales, une turbidité élevée conduira à des taux plus élevés de maladies gastro-intestinales puisque de nombreuses personnes consomment des eaux de surface et de profondeur non filtrées ou non traitées (Long *et al.*, 2013 ; Rajae et al., 2015). Cette turbidité cause l'asphyxie mécanique des poissons qui meurent étouffés parce que leurs branchies sont obstruées. C'est sans doute une piste très sérieuse pour expliquer la raréfaction des poissons observée au niveau de la Falémé et confirmée par les populations dans les enquêtes socioéconomiques réalisées lors de la mission de terrain.

En conséquence, la pollution des eaux de surface et/ou de profondeur de la Falémé s'accompagne aussi d'une destruction du lit de la rivière.

3.2.1.2 Impact des activités EMAPE d'orpaillage sur les ressources en eau

L'eau est utilisée dans toutes les activités de l'exploitation artisanale de l'or. Lors du fonçage, les orpailleurs atteignent la nappe phréatique qui se situe en moyenne à 14-15 m de profondeur. Ils ont alors recours à des motopompes pour évacuer des quantités impressionnantes d'eau. Ces motopompes évacuent chacune plusieurs milliers de litres d'eau par jour contribuant ainsi à diminuer le niveau de la nappe d'eau souterraine. Aussi, l'abandon des piles usées à l'intérieur des puits pollue les ressources en eaux de profondeur. Les « moulins » (souvent des broyeurs à marteaux) qui assurent le broyage du minerai utilisent de l'eau pour refroidir le moteur. Même si cette consommation d'eau n'est pas significative à ce niveau, il faut noter le déversement des huiles usées (huiles de vidanges) et d'hydrocarbures (carburant essence 2T ou 4T ou gas-oil) qui peuvent aussi atteindre les ressources en eau.

Les activités lors des étapes de lavage et d'extraction de l'or avec du mercure sont les plus consommatrices d'eau. A titre d'exemple, pour récupérer l'or, il faut environ 200 litres d'eau pour « laver » un sac de 50 kg de « farine » de minerai. Le mercure utilisé pour amalgamer l'or contamine les ressources en eau.

A toutes ces activités, s'ajoute la vie quotidienne des orpailleurs qui exige un besoin quotidien en eau (nutrition, lessive, douche, etc.). La production de déchets solides et liquides pollue aussi les ressources en eau par lessivage ou par infiltration.

La déforestation pour l'exploitation minière peut causer des problèmes d'envasement et de sédimentation, et augmenter le ruissellement, ce qui renforce la turbidité (Aryee *et al.*, 2013). Le ruissellement polluant peut modifier l'oxygène dissous, le pH, la turbidité, la conductivité et d'autres paramètres dans les masses d'eau. Les impacts sur les cours d'eau récepteurs et leur biote sont probablement liés à la densité des activités d'orpaillage, au nombre et à la population des communautés environnantes, au taux d'installation, à la distance entre les activités minières et les cours d'eau, et à la combinaison de routes, de pâturages agricoles et d'autres opérations industrielles. Cette concentration accrue de limon et d'argiles ou de contaminants nuit à l'écologie aquatique. En outre, les produits chimiques et les nutriments s'accumulent dans les eaux et le biote des systèmes aquatiques touchés par l'envasement, car ils ont tendance à s'adsorber aux sédiments. Le jeu des bioaccumulations et des bioamplifications risque d'aboutir à une intoxication humaine via la nourriture provenant du fleuve. En outre, il faut prendre garde à la présence simultanée de plusieurs métaux qui peut engendrer une toxicité supérieure à celle de chaque métal séparé.

Si les puits abandonnés se remplissent d'eau, ils constituent un terrain de reproduction pour les moustiques. Ils servent aussi de source d'eau pour les activités minières et la cuisine (Lu *et al.*, 2011), ce qui constitue un danger supplémentaire pour les personnes vivant dans les communautés d'orpailleurs, comme l'indique l'étude sur la santé humaine de cette série (Basu *et al.*, 2015).

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4555259/figure/ijerph-12-08971-f010/>

Le Tableau 49 résume les impacts écologiques de l'orpaillage sur les systèmes hydriques.

Tableau 49 : Impacts de l'orpaillage artisanal et à petite échelle sur les systèmes hydriques (modifié d'après Rajae et al., 2015)

Systèmes d'eau	Impacts	Conséquences
Eaux de profondeur	Diminution des réserves	Facteurs de stress pour la vie aquatiques ; Facteurs de stress pour les personnes ;
	Pénuries d'eau	
	Contamination de l'eau	
Eaux de surface	Diminution des réserves	Facteurs de stress pour l'agriculture.
	Pénuries d'eau	
	Contamination de l'eau	Disparition des berges et des terrasses alluviales
	Envasement/	
Terre	Erosion	
	Inondation	
Forêt	Déforestation	

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage qui résume la situation au Sénégal :

Tableau 50 : Synthèse des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage au Sénégal

<i>Impacts sur les sols et le paysage</i>	<i>Perturbation de la structure et de la fertilité des sols par excavation de grands volumes de terres pour accéder aux gisements ;</i>
	Erosion des sols qui mène à une perte des terres agricoles
	Pollution du sol par les produits chimiques utilisés par les orpailleurs (mercure, cyanure, ...)
	Non-réhabilitation des sites après l'exploitation, laissant les sols dégradés et affectant le paysage.
Impacts sur les ressources en eau	Perturbation du régime hydrologique des cours d'eaux (augmentation de la turbidité)
	Perturbation des habitats aquatiques et de la biodiversité
	Contamination des cours d'eau due à l'utilisation des produits chimiques interdits, notamment le mercure et le cyanure
	Dégradation de la qualité de l'eau de surface
Impacts sur la végétation et la biodiversité	L'orpaillage menace gravement la végétation et la biodiversité en raison de son caractère incontrôlé et de l'absence de toute compensation d'impact
	Cette activité a une incidence majeure sur la déforestation et par conséquent, sur le changement climatique par la réduction des puits de carbone : coupe abusive de bois pour dégager les gisements, pour le soutènement de petites galeries, pour les besoins d'habitation, de transport et de bois de chauffe
	Pression sur la faune sauvage, avec la destruction de l'habitat et la perte de la biodiversité

3.2.2 Examen de l'impact de Hg, CN et des métaux lourds

A ce stade de l'étude, il est possible d'affirmer qu'à part l'arsenic, le mercure et les cyanures, « les autres métaux lourds » analysés dans les eaux et dans les sédiments font partie de la signature géochimique du Bassin de la Falémé. Avec ces résultats, il n'est pas possible de parler de pollution chimique véritable en ce qui concerne ces métaux lourds. Par exemple, pour le manganèse, la figure ci-dessous indique que cet élément est présent partout, dans les eaux profondes, dans les eaux de surface et dans les sédiments. En fait, il provient des roches présentes dans cette région.

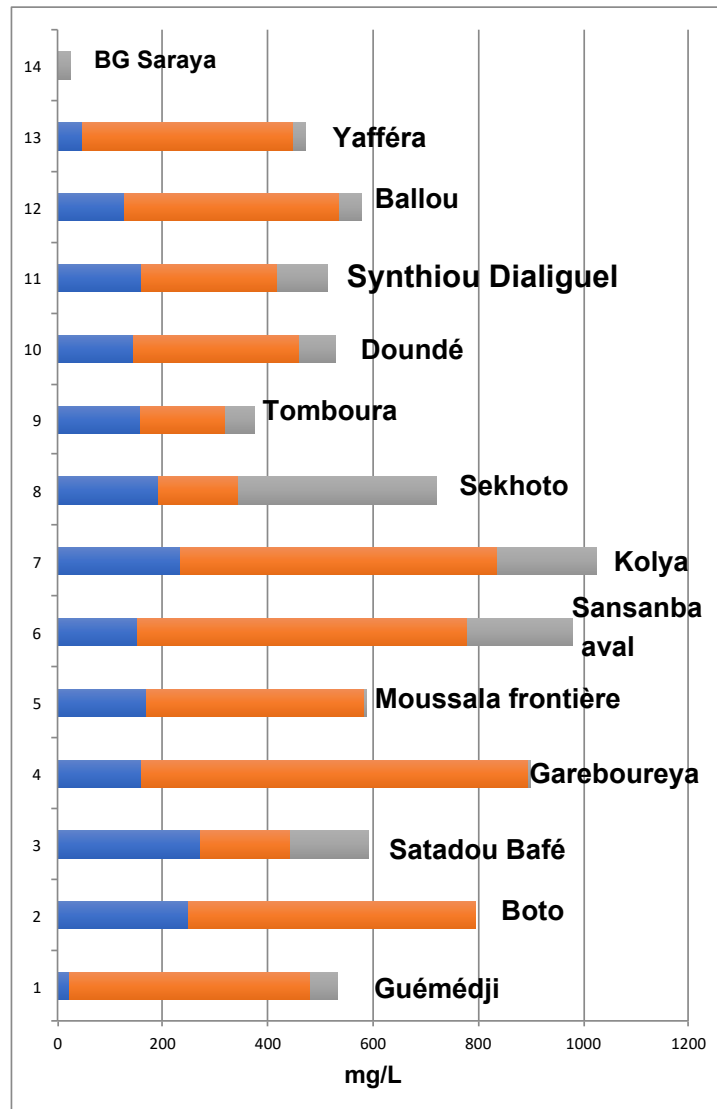


Figure 84 : Concentration en Manganèse : Eau profonde (bleu), Sédiment (rouge), Eau de surface (gris)

Les autres métaux proviennent aussi du substratum et ils sont transportés, sorbés sur les particules d'argiles mises en suspension dans le fleuve par les activités minières. Il s'agit donc d'une pollution « physique » de la rivière Falémé : un important apport de MES, matières en suspension, provoqué par les activités minières, surtout les activités de dragage, mais aussi les activités d'orpaillage artisanal. Le diagramme ci-dessous (Figure 69), représente la corrélation qui existe entre la somme des cations métalliques et les conductivités mesurées dans le fleuve. Même si les valeurs des conductivités mesurées sont probablement sous-estimées ce paramètre reste lié aux quantités de matières en suspension dans le fleuve et le diagramme prouve bien que les métaux sont transportés par les particules d'argiles.

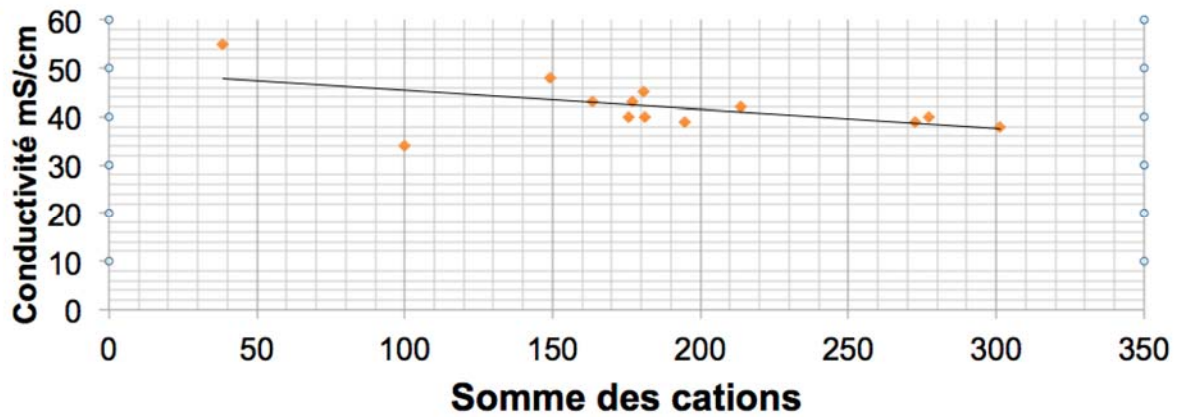


Figure 85 : Diagramme de corrélation entre les mesures de conductivités des eaux du fleuve et la somme des cations métalliques analysés

En termes d'impacts, il faut donc bien distinguer la pollution chimique, provoquée par le rejet d'éléments chimiques toxiques comme le mercure, les cyanures et l'arsenic, suite aux activités d'extraction et de séparation de l'or, et une pollution physique, provoquée par une mise en suspension d'une quantité très importante d'argiles provoquée par les activités minières (dragage industriel surtout, et dans une moindre mesure aussi, l'orpaillage artisanal / EMAPE). La Figure 86 explique la différence entre les deux types de pollution détectés dans la Falémé.

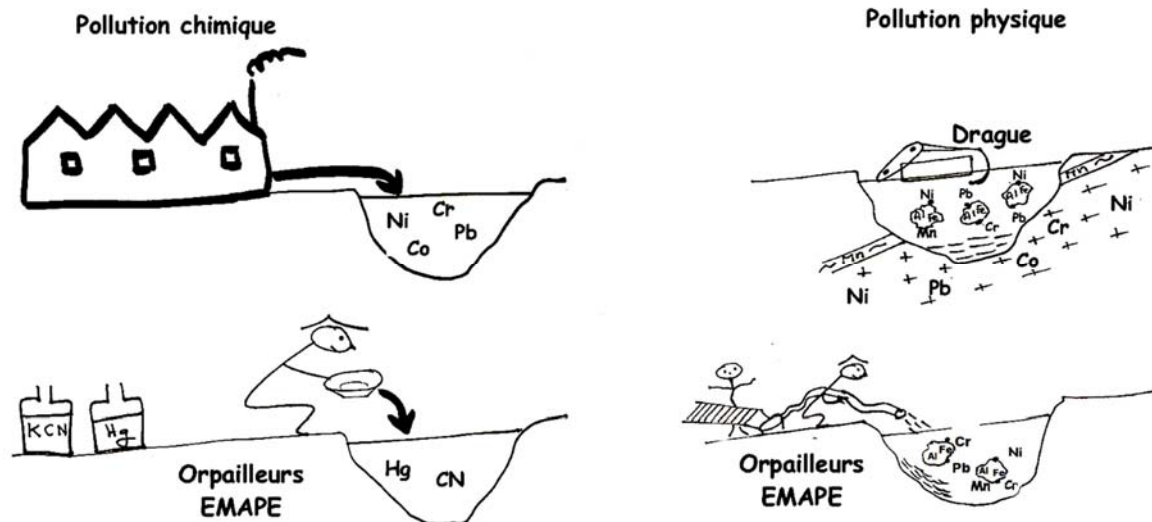


Figure 86 : Schématisation des deux types de pollution existant dans la Falémé

Il faudra donc prendre en considération deux types d'impact, avec pour chacun des conséquences sur la santé humaine, la faune, la flore et bien sûr sur l'évolution du cours de la Falémé qui pourrait, à termes, devenir totalement embourbée, sans plus aucune vie aquatique, ni faune ou bétail qui s'abreuve. Les mesures de mitigation devront prendre en compte les deux types d'impact mis en évidence et prévoir un programme de suivi basé à la fois sur :

- Le contrôle de la pollution chimique ;
- Le contrôle de la pollution physique et du tarissement du fleuve Falémé.

3.2.2.1 Impact de l'orpaillage avec Hg, CN, ETM

L'orpaillage produit plusieurs tonnes de stériles et de résidus chaque année sur les sites situés sur le tracé de la Falémé. Il fait usage de grandes quantités d'eau et rejettent en général une grande quantité d'effluents presque toujours toxiques ou dangereux (Hg, CN, acides divers). Ces effluents peuvent être à l'origine de la pollution des eaux des rivières. A cela, il faut ajouter les pollutions du sol engendrées par les déchets ménagers (piles, sachets, hydrocarbures, etc.) utilisés sur le site. Il faut aussi et surtout signaler la contamination des sols par les produits chimiques utilisés lors de l'extraction de l'or (mercure, cyanure, acides nitriques et sulfuriques). Dans les cas où l'exploitation concerne des minerais sulfurés (ex. : les quartz à arsénopyrite aurifère), ces résidus miniers, exposés à l'air et à l'eau, s'oxydent et génèrent des effluents acides, vecteurs d'ions métalliques qui peuvent constituer des sources potentielles de pollution. En général, ces impacts sont atténuables ou corrigibles par :

- Des programmes soutenus de surveillance et de monitoring des effluents ;
- L'exigence de la conformité aux normes prescrites et acceptées de rejets ;
- Des programmes de recyclage et de traitement des effluents miniers (Sorgho, 2012).

3.2.2.2 Concentration du mercure et niveau de toxicité des eaux du bassin

Les teneurs en mercure dans les eaux, sont toutes sous la limite de quantification (LQ de 20 µg/l dans les eaux) et pour les sédiments, presque toutes (sauf à 2 endroits) sous la LQ (de 10 mg/kg MS dans les sédiments). Ces résultats indiquent que, au moment de la campagne d'échantillonnage, il y a très peu de pollution chimique dans la vallée de la Falémé. Il est intéressant de comparer les teneurs en mercure des eaux de la Falémé, teneurs <20 µg/L, avec celles d'autres fleuves comme la Seine, 0,5 à 11,9µg/L, le Rhône, 0,28 à 3,3 µg/L, la Loire, 0,42 à 2,02 µg/L (Tableau ci-dessous).

Tableau 51 : Tableau comparatif des concentrations en mercure dans quelques fleuves et mer

Concentration de mercure dans quelques fleuves et en mer (mercure dissout en micro g/litre).	
<i>Source (https://www.ospar.org) : OSPAR 2000 - Ospam background document on Mercury</i>	
<i>Oslo/Paris Convention (for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic)</i>	
Seine	0,5 - 11,9
Rhône	0,28 - 3,3
Loire	0,42 - 2,02
Elbe	0,76 - 3,28
Mer du Nord	0,18 - 0,96
Manche	0,3 - 0,84
Côte belge	0,13 - 1,42
Atlantique Nord	0,31 - 0,85
Falémé eau de surface	< 0,20

En comparaison, la Falémé est faiblement polluée par le mercure. La faible teneur des eaux de surface est peut-être la résultante de la dynamique de l'écoulement des eaux du bassin de la Falémé. En effet, ces eaux qui lessivent les rejets miniers et

qui drainent leurs composantes sont de plus en plus diluées par les eaux en provenance des parties amont du cours d'eau. Ces eaux peuvent également être enrichies en mercure par le déversement volontaire des rejets du lavage du minerai. Les forages ne sont pas dans le même bloc hydrogéologique que les zones d'orpaillage ; leurs teneurs en mercure sont toutes sous la LQ. Actuellement, le brûlage des amalgames se fait de plus en plus dans les villages qui deviennent des zones de traitement. Les eaux d'infiltration issues des rejets miniers, les huiles de moteurs libèrent des métaux qui auraient pu contaminer la nappe.

Toutefois, les teneurs rencontrées dans les sédiments à Moussala frontière (0,11 µg/kg MS) et à Kolya (0,10 µg/kg MS) sont les seules au-dessus de la LQ. Moussala étant réputé actif dans l'orpaillage depuis des années, avec usage abusif de mercure, il est normal que les sédiments prélevés contiennent du mercure. La situation à Kolya s'expliquerait par le charriage des sédiments et des rejets miniers lors des épisodes de crue. Cela est conforté par l'étude de Niane et al. (2018) dans laquelle, il est démontré que le mercure est principalement lié aux particules en suspension. Ce qui illustre l'importance de la remobilisation du mercure avec les particules argileuses sur les sites d'orpaillage.

Tableau 52 : Teneurs en mercure et cyanures totaux des eaux de surface, des eaux de profondeur et des sédiments échantillonnés

Paramètres	Mercure (Hg)			Cyanures totaux		
	Eaux de surface (µg/l)	Eaux de profondeur (µg/l)	Sédiments (mg/kg MS)	Eaux de surface (µg/l)	Eaux de profondeur (µg/l)	Sédiments (mg/kg MS)
Guémédji	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Boto fleuve	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Satadoukou Bafé	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Gareboureya	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Moussala frontière	<0,20	<0,20	0,11	<10	<10	<0,5
Sansamba	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Kolya	<0,20	<0,20	0,10	17	<10	<0,5
Ségoto	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Tomboura	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Dounde	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Sinthiou Dialiguel	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Ballou	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5
Yaféra	<0,20	<0,20	<0,10	<10	<10	<0,5

Légende : le symbole « < » signifie inférieur à la limite de quantification. MS : matière sèche.

3.2.2.3 Impacts de l'utilisation du mercure dans le bassin de la Falémé

L'exploitation artisanale et à petite échelle de l'or, comme d'autres activités extractives, soulève de nombreuses préoccupations environnementales. Les émissions de mercure (Hg) dans l'atmosphère ainsi que les rejets directs de mercure dans le sol et l'eau constituent une préoccupation majeure. Selon des estimations

récentes, le secteur de l'orpaillage est la principale source de mercure dans l'atmosphère mondiale, représentant environ 37 % (727 tonnes) de toutes les émissions mondiales (United Nations Environment Programme (UNEP), 2002). Si le mercure a retenu l'attention, il existe de nombreux autres facteurs directs et indirects qui contribuent aux mauvaises conditions écologiques dans les communautés d'orpaillage. Il est donc nécessaire d'envisager les impacts sur le système naturel, ainsi que la planification des interventions, dans une optique écosystémique large.

Le mercure est un métal naturel qui existe sous trois formes principales dans la nature : élémentaire (Hg_0), sels mercuriels inorganiques (par exemple, HgS , $HgCl_2$, Hg^+ , Hg^{2+}) et mercure organique (par exemple, CH_3Hg , ou méthylmercure). Le mercure émis lors de la combustion d'amalgames peut avoir des répercussions importantes à l'échelle locale dans les villages et les villes où des vapeurs de mercure sont émises, et à l'échelle mondiale lorsque ces vapeurs de mercure entrent dans le bassin atmosphérique global et sont transportées sur de grandes distances avant de se déposer sous forme de mercure inorganique dans le paysage (UNEP, 2002). Le mercure inorganique peut être méthylé (lié au carbone) par des micro-organismes, principalement dans les écosystèmes aquatiques. Le méthylmercure est souvent présent dans les poissons à des concentrations plus élevées car il est capable de se bioaccumuler et de se bioamplifier dans les organismes (UNEP, 2002). L'orpaillage avec le mercure peut entraîner des émissions atmosphériques ainsi que des rejets directs dans le sol et l'eau, ce qui représente, selon les estimations, 37 % du total des émissions anthropiques mondiales de mercure chaque année (UNEP, 2013). Le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) estime que l'orpaillage a dépassé la combustion de combustibles fossiles en tant que plus grand contributeur au mercure anthropique mondial dans l'atmosphère (UNEP, 2013). L'Afrique subsaharienne fait partie des plus grands consommateurs régionaux de mercure pour l'orpaillage (Pacyna et al., 2010).

Le mercure est généralement utilisé dans l'orpaillage sans aucun type de système de capture pour réduire les rejets chimiques dans l'environnement. De nombreux mineurs ont rejeté les cornues en se plaignant d'un processus plus lent et de l'impossibilité de voir l'or (Hilson et al., 2006).

Aujourd'hui, la Falémé est réputée vide de poisson à cause de la charge solide boueuse. Toutefois, le risque de consommer des poissons intoxiqués au Hg peut exister dans le fleuve Sénégal.

Cependant les teneurs en métaux quoique faibles peuvent provoquer un risque pour la population et la faune aquatique qui utilisent l'eau de la Falémé comme eau de boisson car ils seront exposés de façon chronique. Le tableau ci-dessous résume les différentes causes écologiques, sanitaires de l'orpaillage dans la Falémé.

Tableau 53 : Résumé des causes écologiques, du statut et des tendances et des conséquences des impacts de l'orpaillage dans le bassin de la Falémé modifié d'après Rajae et al., 2015

	Causes	Situation et tendances	Conséquences
Contamination par le mercure	Le mercure est utilisé dans l'orpaillage pour isoler l'or des autres minéraux ; le mercure n'est pas intégralement récupéré.	Le mercure dans le sol, les sédiments et l'eau est plus élevé dans les zones d'orpaillage que dans les zones non minières.	Effets sur la santé de la faune et des systèmes écologiques ; exposition humaine via la contamination du sol, des sédiments, de l'eau et des aliments.
Contamination par d'autres métaux lourds	Mobilisation d'éléments toxiques lors de l'excavation, du broyage et du lavage du minerai	L'arsenic est plus élevé dans le sol et les sédiments des zones d'orpaillage que dans les zones non minières ; l'arsenic est plus élevé dans l'eau de certains sites miniers que dans les sites non miniers. Le cadmium est plus élevé dans le sol et l'eau dans les zones d'orpaillage. Le plomb est légèrement élevé dans les sédiments et les plantes, ainsi que dans l'eau des zones d'orpaillage. Ces teneurs supérieures à la moyenne nationale sont probablement liées à la nature géologique des terrains aurifères. Les éléments cités sont habituellement des accompagnateurs des minerais aurifères.	Effets sur la santé de la faune et des systèmes écologiques ; exposition humaine via la contamination du sol, des sédiments, de l'eau et des aliments.
Qualité de l'eau	Lavage du minerai, panage et préparation à l'amalgamation	Acidité de l'eau (pH plus faible) dans les zones d'orpaillage. Turbidité et demande chimique en oxygène élevées dans les zones minières. Les autres paramètres de qualité de l'eau (conductivité, sulfates et solides dissous totaux) étaient conformes aux normes de l'OMS.	Effets sur la vie aquatique et la santé humaine par la pollution, l'envasement et les prélèvements d'eau excessifs.
Perturbations du sol	Végétation et forêts défrichées pour l'exploitation minière ; excavation ; établissements humains temporaires	Diminution de la couverture naturelle des terres, des densités d'arbustes et de la biodiversité dans les zones d'orpaillage.	Déforestation, érosion, stress pour la faune et la flore, et perte d'habitats sauvages et de biodiversité.
Déchets miniers	Traitement du minerai et élimination des résidus non réglementés	Les résidus ne sont souvent pas traités avant d'être déversés dans les rivières, déposés ou stockés.	Teneurs en métaux et mercure élevées dans l'eau des résidus

3.2.2.4 Examens des concentrations en cyanures totaux et niveau de toxicité des eaux de la Falémé

Pour séparer l'or, les orpailleurs pratiquent aussi la cyanuration à l'air libre sur les tailings (Velásquez-lópez et al., 2011). Ce processus est très efficace et rentable en termes de coût, ainsi plus de 18 % de la production totale mondiale en cyanure sert à récupérer l'or (Syed, 2012), qui est en très faible concentration dans le minerai

brut. Le cyanure de Sodium (NaCN) est le réactif le plus utilisé pour solubiliser l'or (Estay et al., 2020). L'or lui-même est insoluble à l'état naturel (Wilson-Corral et al., 2011). Comme le cyanure est toxique pour les humains, la concentration maximale acceptable de cyanure libre dans l'eau potable a été fixée à 0,2 mg/l (200 µg/L). Tout comme le mercure, le cyanure total est sous sa limite de quantification dans tous les prélèvements (LQ < 10 micro g/l dans les eaux et < 0,5 mg/kg MS dans les sédiments), sauf à Kolya (17 micro g/l). Cette station se révèle la plus polluée de tous les prélèvements effectués. Pour rappel, les valeurs inférieures à la LQ sont non mesurables avec un degré d'incertitude acceptable pour la méthode analytique employée ; toutefois certains analystes peuvent décider d'utiliser ou non ces valeurs.

3.2.3 Recommandations de mesures de mitigation (atténuation)

L'environnement est nettement menacé par l'activité d'orpaillage dans le bassin de la Falémé. En réponse à la déforestation par l'activité d'orpaillage, une des solutions préconisées consiste à procéder à la création de centres de traitement du minerai qui regrouperaient toutes les commodités (eau, machine de broyage, techniciens formés par dans le traitement du minerai, et services sociaux) au niveau départemental ou communal avec une gestion communautaire sous la supervision des autorités en charge des mines. Il n'est pas évident que cette situation soit acceptée dans la mesure où, la pratique de l'orpaillage se faisait de manière individuelle ou privée. C'est pourquoi un accent particulier doit être mis sur la sensibilisation et le respect des textes réglementant le domaine de l'environnement surtout la convention de Minamata sur le mercure déjà ratifié par le Sénégal. La délimitation d'un espace dédié associée à la création de couloirs d'orpaillage pour l'obtention du minerai permettra de circonscrire d'une manière ou d'une autre l'activité. Le tableau 58 résume les principales mesures d'atténuation préconisées. Elles permettent soit d'éliminer entièrement les impacts négatifs soit encore de les réduire, soit apporter une contrepartie à des impacts dommageables non supprimés ou réduits.

La ressource en eau est indispensable dans l'activité d'orpaillage. Il a été constaté sur le terrain que cette activité reste une source de pollution aussi bien pour les eaux de surface que pour les eaux de profondeur.

Pour protéger cette ressource, plusieurs pistes de solutions ou de précautions sont proposées. La première est la sensibilisation sur la rareté de cette ressource qui diminue drastiquement au fil du temps. Les orpailleurs doivent être sensibilisés sur les impacts négatifs des produits chimiques utilisés dans leur activité et qui menacent fortement les eaux. L'utilisation des motopompes pour tirer de l'eau de la rivière et le rejet dans la rivière sans traitement doit être stoppé. Cette eau pourrait être canalisée, épurée et utilisée pour développer une activité de maraîchage près du site d'orpaillage.

Pour éviter le ruissellement des eaux usées issues du lavage de l'or sur des sluices, des bassins de rétention doivent être prévus sur les sites de traitement dédiés. Ces bassins d'une envergure plus importante qu'il a été donné de constater habituellement doivent être revêtues ou recouvertes d'une géomembrane pour empêcher toute infiltration dans le sol. Ce bassin devrait être le lieu unique pour le lavage de l'or. Non seulement le bassin empêchera l'infiltration de l'eau dans le sol mais aussi il constituera une barrière pour éviter tout ruissellement des solutions des résidus nettoyés avec l'eau vers un cours ou plan d'eau situé en aval du site.

Toutefois, l'action la plus importante à faire, à court terme, est la suppression des dragues et des engins lourds de terrassement du lit et des berges de la Falémé pour faire disparaître la pollution physique (argiles en suspension dans l'eau). Il semble moins urgent d'appliquer cette mesure aux EMAPE.

Le « point chaud » à revoir rapidement est Kolya (Hg et CN, teneurs faibles, mais au-dessus de la limite de quantification).

Tableau 54 : Mesures d'atténuations et de compensations

Impacts	Mesures d'atténuations et de compensations
Insécurité	- Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
Modification du paysage (Pollution visuelle)	- Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
	- Réhabilitation progressive du site
	- Remblayage des puits abandonnés
	- Plan de gestion des déchets - Sensibilisation à la gestion des déchets
Déforestation/déboisement	- Reboisements
	- Utilisation des étais pour le soutènement
Pollution des sols	- Traitement localisé des sols pollués
	- Utilisation des géomembranes pour empêcher les infiltrations
Epuisement des ressources en eau	- Gestion rationnelle de l'eau
Pollution des ressources en eau	- Traitement des déchets avant leurs rejets
Pollution de l'air	- Entretien régulier des appareils
	- Utilisation des EPI, insonorisation des moulins de broyage
	- Arrosage si possible des sources de poussière
Perte de la biodiversité	- Protéger les espèces rares
Perturbation de l'écoulement des eaux de surface	- Ouvrage de drainage des eaux
Erosion des sols	- Stabilisation des pentes et talus par la végétation

4 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE AU MALI

Une deuxième mission d'échantillonnage a été effectuée sur la rive malienne de la Falémé. Cette mission s'est déroulée du 16 au 24 mars 2023, pendant la saison sèche mais à l'étiage. Les échantillons ont été prélevés aussi loin que possible des zones d'orpillage, comme lors de la mission de décembre 2021.

4.1 Planning détaillé de la mission d'échantillonnage

Le planning des 10 jours de mission en 2023 est présenté dans le tableau ci-dessous :

16 .03. 2023	Voyage Dakar - Tambacounda
17 .03. 2023	Arrivée au Mali et prise d'échantillon à Nayes
18 .03. 2023	Echantillonnage à Gouthioubé
19 .03. 2023	Voyage Kayes-Sadiola
20 .03. 2023	Echantillonnage à Farincounda
21 .03. 2023	Echantillonnage à Fadougou (Fékola)
22 .03. 2023	Echantillonnage à Dioulafoundou
23 .03. 2023	Echantillonnage à Sansamba (Sakola Bada)
24 .03. 2023	Arrivée au Sénégal, voyage Kéniéba - Tambacounda
25 .03. 2023	Voyage Tambacounda – Dakar.

L'accès aux différents sites a été difficile en raison de l'état des pistes et des routes et sur le plan sécuritaire, la situation était très tendue.

Les autorités administratives et coutumières suivantes ont été contactées :

- Kayes : Gouvernorat de KAYES, Préfet de Kayes ;
- Nayes : Maire de Diboly, Chef de village ;
- Gouthioubé : Chef de village ;
- Sadiola : Maire de Sadiola, Sous-préfet ;
- Kéniéba : Mouhamadou Dicko le Commandant de cercle, M. Bella Traoré Médecin chef ;

- Fékola : Secrétaire général du maire de Diallafara, Chef de village ;
- Dioulafoundou : Chef de village ;
- Sansamba : M. Ibrahima DIALLO responsable Tombolouma, représentant le Chef de village.

M. Ibrahima TRAORE, Chef de Division Protection Environnement et Suivi - Evaluation DEDD/HCOMVS du bureau régional à Dakar, accompagné de M. Filifing SIDIBE, Expert en planification et Statistique à la cellule Nationale OMVS du Mali ont réalisé une visite d'inspection de la campagne le 23 mars 2023.

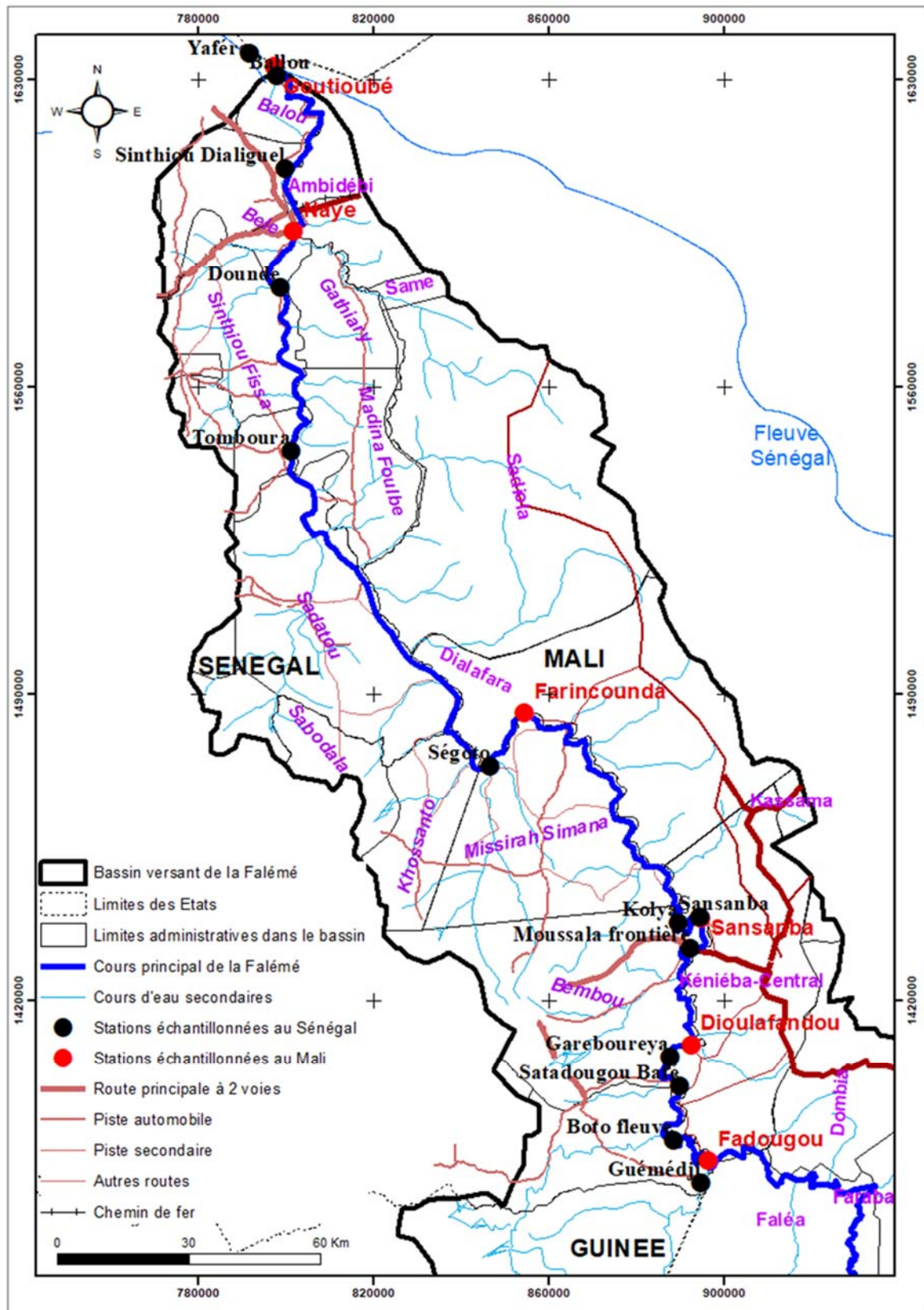
Les stations sont réparties sur la rive malienne, d'amont vers l'aval de la Falémé, de manière régulière. La même méthodologie d'échantillonnage a été appliquée sur chaque station, qu'elle soit sur la rive malienne ou sénégalaise.

4.2 Localisation des points de prélèvement

Le choix des stations de prélèvements au Mali permet de compléter l'échantillonnage réalisé en 2021 sur la rive sénégalaise de la Falémé. Il a donc été effectué d'amont en aval sur toute la longueur. Il a été contraint par un critère d'accessibilité. Pour cette mission 2023, 6 stations ont pu être échantillonnées (ES - eau de surface = rivière, EP - eau de profondeur = puits ou forages, et S - sédiments de la rivière) :

	Nom des stations au Mali	Date d'échantillonnage
Amont	Fadougou	23/03/2023
	Dioulafandou	23/03/2023
	Sansamba	23/03/2023
	Farincounda	20/03/2023
Aval	Nayes	17/03/2023
	Gouthioubé	18/03/2023

La carte ci-dessous positionne les stations échantillonnées le long de la Falémé au Sénégal et au Mali :



Les coordonnées des six stations échantillonnées depuis la rive malienne sont reportées dans le tableau suivant, avec indication du découpage administratif et des cours d'eau.

Tableau 55 : Liste des 6 stations échantillonnées au Mali, avec leurs coordonnées géographiques (dd : degrés décimaux, datum : WGS84)

Stations échantillonnées	Longitude dd – wgs84	Latitude dd – wgs84	Arrondissement	Régions	Cours d'eau
Fadougou	-11,35082	12,47491	Faléa	Kéniéba	Falémé - Balinko
Dioulafandou	-11,38736	12,72615	Dombia	Kéniéba	Falémé
Sansamba	-11,36346	12,99398	Kassama	Kéniéba	Falémé
Farincounda	-11,63659	13,39851	Dialafara	Kéniéba	Falémé
Nayes	-12,19875	14,41987	Ambidebi	Kayes	Falémé
Gouthioubé	-12,23517	14,75802	Kayes	Kayes	Falémé

Tout comme au Sénégal, pour chaque station malienne, 3 échantillons ont été prélevés : 1 eau de surface (ES), 1 eau de profondeur- puits / forage (EP) et 1 sédiment (S).

A chaque station d'échantillonnage, les prises d'eau de surface (rivière Falémé), de sédiments et d'eau de profondeur (puits/forages du village le plus proche) sont situées en différents endroits (même méthodologie d'échantillonnage que pour la mission 2021). Les tableaux de localisation GPS sont présentés pour chaque médium : eau de surface, sédiment et eau de profondeur. Les libellés de la première ligne des tableaux sont expliqués ci-dessous :

- Localité échantillon : nom du lieu d'échantillonnage. C'est le nom du village le plus proche ;
- Longitude et latitude: coordonnées géographiques en degrés décimaux dans le datum WGS 84 mesurées avec des GPS à main de marque GARMIN@ types MAP62S et OREGON 600 ;
- Fiche N° : numéro de la fiche de terrain. Ce numéro correspond à celui de la fiche de terrain qui décrit les données à l'endroit de la prise des échantillons ES, S et EP. Il est la référence, ou l'identifiant unique, de la station d'échantillonnage.

Tableau 56 : Coordonnées des points d'échantillonnage des eaux de surface (ES) et des sédiments (S)

Localité échantillon Mali	Localité échantillon Sénégal	Position du site Malien / site sénégalais	Longitude (dd_WGS84)	Latitude (dd_WGS84)	Fiche N°
Fadougou	Guemedji	5 km en aval de Guemedji sur la rivière Balinnko, puis 15km sur la Falémé pour l'eau de profondeur.	-11,355346	12,486966	1
Dioulafandou	Gareboureya	8 km en aval de Gareboureya	-11,387200	12,728219	2
Sansanba	Sansamba	50 mètres en face de Sansanba	-11,363059	12,988657	3
Farincounda	Sekhoto	15 km en amont de Sekhoto	-11,727357	13,416807	4
Naye	Doundé	15 km en aval de Doundé	-12,201347	14,415894	5
Goutioubé	Ballou	1 km en aval de Ballou	-12,238554	14,756830	6

Tableau 57 : Coordonnées des points d'échantillonnage des eaux de profondeur : puits/forages (EP)

Localité échantillon Mali	Localité échantillon Sénégal	Position du site Malien / site sénégalais	Longitude (dd_WGS84)	Latitude (dd_WGS84)	Fiche N°
Fadougou	Guemedji	5 km en aval de Guemedji sur la rivière Balinnko puis 15km sur la Falémé pour l'eau souterraine.	-11,350722	12,487972	1
Dioulafandou	Gareboureya	8 km en aval de Gareboureya	-11,387779	12,726241	2
Sansanba	Sansamba	50 mètres en face de Sansanba	-11,364465	12,988396	3
Farincounda	Sekhoto	15 km en amont de Sekhoto	-11,726971	13,425667	4
Naye	Doundé	15 km en aval de Doundé	-12,199158	14,416261	5
Goutioubé	Ballou	1 km en aval de Ballou	-12,230186	14,758533	6

4.3 Présentation des données de terrain (mission : mars 2023)

La gamme des éléments suivants, Hg, Al, As, Cd, Ca, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, K, Zn, Si, Na, Co, Sn, Mn, Mg, CN, Br, NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻, SO₄, PO₄, F est identique à celle de la mission 2021. Les choix du mercure et du cyanure sont motivés par leur utilisation intensive par les orpailleurs au Mali, tout comme sur la rive sénégalaise. Le terme métaux lourds (ou Eléments Traces Métalliques, ETM) est employé de la même manière que pour la première mission, pour désigner à la fois certains métaux de transition, métaux pauvres et métalloïdes, tous compris dans la gamme d'éléments métalliques choisis pour cette étude. Les analyses ont été effectuées par

le même laboratoire. La gamme des mesures varie des ppb, parties par billion, aux ppm, parties par million.

La limite de quantification (LQ) des teneurs des éléments dosés et l'incertitude afférente (en %) sont indiquées, dans les tableaux de résultats du laboratoire C2S, pour chaque matrice et chaque méthode de mesure (annexe 16).

Comme pour les résultats de la première mission en 2021, lorsqu'un élément chimique a une teneur inférieure à la LQ (symbole <LQ), cela signifie qu'il est présent en si faible quantité que la technique analytique commet une incertitude trop grande pour fournir un résultat avec un bon niveau de confiance. En conséquence, les valeurs inférieures à la LQ ne sont pas prises en compte. Par ailleurs, vouloir descendre les limites analytiques, par exemple avec d'autres techniques d'analyses, pour démontrer à tout prix la présence de mercure ou cyanure ne semble pas pertinent, étant donné les faibles teneurs (déjà sous les seuils limites de toxicité définis par les différents organismes de santé publique).

4.3.1 Présentation des analyses chimiques.

Les résultats des analyses chimiques pour les eaux et les sédiments, ainsi que les descriptions des méthodes analytiques utilisées par le laboratoire pour les dosages des échantillons de la Falémé sont présentés dans le tableau d'analyses situé en annexe 16.

Les résultats sont présentés sous forme de graphique pour visualiser instantanément les gradients de concentrations de l'amont (Sud) vers l'aval (Nord).

Pour comparer les tableaux entre eux, tous les paramètres suivent le même ordre et tous les graphiques montrent la distribution des concentrations obtenues le long d'une coupe Sud - Nord (amont - aval) de la Falémé, rive malienne. Tous ces graphiques sont commentés dans la partie « Interprétation des résultats des analyses du présent projet ».

4.3.1.1 Dans les eaux

Les résultats obtenus sur l'ensemble des stations d'échantillonnage d'eau de profondeur (Tableau 63) montrent que sur la rive malienne de la rivière Falémé, Al, Fe, Ni, Co, Cr, Cd, Cu, Pb, Zn, Sn, CN totaux, et Hg, ne dépassent pas les valeurs seuils réglementaires (valeurs seuils réglementaires en France, INERIS-DRC-17-164559-10404A). Par contre, l'arsenic à Sansanba dépasse largement la valeur seuil de 10 microgramme/L, avec une concentration de 29 microgramme/L dans l'eau de forage.

Tableau 58 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne)

Métaux EAU SOUTERRAINE	N° Unités	Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Eaux de profondeur	
		251	252	253	254	255	256	Sud	Nord
Aluminium (Al)	mg/l	<0,05	0,17	<0,05	<0,05	0,12	<0,05		
Fer (Fe)	mg/l	0,06	0,33	<0,01	<0,01	0,09	<0,01		
(Mg)	mg/l	2,77	36,1	63,2	16,2	24	265		
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,007	0,006	<0,005	<0,005	<0,005		
Cobalt (Co)	µg/l	<0,20	2,59	1,03	<0,20	0,38	0,22		
Chrome (Cr)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		
Manganèse (Mn)	µg/l	48,6	236	29,4	<0,50	28,2	22,6		
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		
Cuivre (Cu)	mg/l	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01		
Plomb (Pb)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005		
Zinc (Zn)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,03		
Etain (Sn)	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00		
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Arsenic (As)	mg/l	<0,005	0,009	0,029	<0,005	<0,005	<0,005		

Dans les eaux de surface Ni, Cr, Cd, Cu, Zn, Sn, CN totaux, Hg, ne dépassent jamais les valeurs seuils réglementaires (valeurs seuils réglementaires en France, INERIS-DRC-17-164559-10404A). Mais, pour le plomb, Farincounda a ses eaux de surface à la valeur seuil de 10 microgramme/L et pour l'arsenic, Sansanba a ses eaux de surface qui dépasse légèrement la valeur seuil de 10 microgramme/L, avec une valeur de 13 microgramme/L. Par contre, l'aluminium et le fer, dépassent dans toutes les stations, les valeurs seuils recommandées qui sont 200 µg/L (0,2 mg/L) pour l'aluminium, 200 µg/L pour le fer.

Tableau 59 : Analyse des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne)

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Eaux de surface Sud Nord
Métaux EAU DE SURFACE	N° Unités	151	152	153	154	155	156	
Aluminium (Al)	mg/l	0,43	2,37	4,38	4,69	3,06	0,21	
Fer (Fe)	mg/l	0,24	4,51	4,95	6,11	2,34	0,24	
Magnésium dissous (Mg)	mg/l	3,63	3,98	3,9	3,5	4,32	2,56	
Nickel (Ni)	mg/l	<0,005	0,006	0,013	0,012	0,006	<0,005	
Cobalt (Co)	µg/l	0,67	4,99	5,88	11,3	5,65	0,35	
Chrome (Cr)	mg/l	<0,005	0,01	0,011	0,016	<0,005	<0,005	
Manganèse (Mn)	µg/l	26,8	141	170	329	194	26,5	
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	
Cuivre (Cu)	mg/l	<0,01	0,01	0,04	0,03	0,01	<0,01	
Plomb (Pb)	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	
Zinc (Zn)	mg/l	0,03	<0,02	0,55	0,04	0,1	<0,02	
Etain (Sn)	µg/l	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,5	
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
Arsenic (As)	mg/l	<0,005	<0,005	0,013	<0,005	<0,005	<0,005	

En conclusion, que ce soit pour les eaux de surface et les eaux de profondeur de la rive malienne et pour les éléments mercure et cyanures totaux, aucune station ne dépasse les valeurs seuils réglementaires (1 µg/L pour Hg et 50 µg/L pour CN Totaux).

Tableau 60 : Analyse du mercure et des cyanures totaux dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé
EAU DE SURFACE	N° éch.	1051	1052	1053	1054	1055	1056
	Unités						
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
EAU SOUTERRAINE	N° éch.	2051	2052	2053	2054	2055	2056
	Unités						
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

En complément des métaux lourds, les anions et cations ont été analysés dans les eaux de surface et dans les eaux de profondeur (Tableau 61).

Tableau 61 : Analyse des anions et cations dans les eaux de profondeur de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne)

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Eaux de surface Sud Nord
Anions & cations EAU DE SURFACE	N° Unités	151	152	153	154	155	156	
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	4	4,2	3,7	3,7	4,5	2,6	
Carbonates	mg CO3/l	<23.4	<24.0	<20.6	<20.0	<24.0	<6.96	
Hydrogénocarbonates	mg HCO3/l	0	2,2	0	0	5,49	0	
Sulfates	mg SO4/l	<5.00	<5.00	<5.00	5,11	<5.00	<5.00	
Nitrates	mg NO3/l	<1.00	<1.00	1,89	<1.00	<1.00	<1.00	
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0.20	<0.20	0,43	<0.20	0,2	<0.20	
Nitrites	mg NO2/l	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Chlorures	mg/l	1,06	<1.00	1,12	1,23	2,31	<1.00	
Orthophosphates	mg PO4/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	
Fluorures	mg/l	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	<0.1	
Sodium soluble	mg/l	2,67	3,19	3,44	4,1	4,36	1,74	
Calcium (Ca) soluble	mg/l	6,3	8,2	6,7	6,9	8,5	3,6	
Potassium (K) soluble	mg/l	1,12	1,11	1,17	1,13	1,38	0,87	
Sulfure d'hydrogène (H2S)	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Silicium	mg/l	9,1	12,4	13,5	15,7	14,8	6,56	

Tableau 62: Analyse des anions et cations dans les eaux de surface de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne)

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Eaux de surface Sud Nord
Anions & cations EAU DE SURFACE	N° Unités	151	152	153	154	155	156	
Titre Alcalimétrique simple (TA)	°F	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	<2.00	
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	°F	4	4,2	3,7	3,7	4,5	2,6	
Carbonates	mg CO3/l	<23.4	<24.0	<20.6	<20.0	<24.0	<6.96	
Hydrogénocarbonates	mg HCO3/l	0	2,2	0	0	5,49	0	
Sulfates	mg SO4/l	<5.00	<5.00	<5.00	5,11	<5.00	<5.00	
Nitrates	mg NO3/l	<1.00	<1.00	1,89	<1.00	<1.00	<1.00	
Azote nitrique	mg N-NO3/l	<0.20	<0.20	0,43	<0.20	0,2	<0.20	
Nitrites	mg NO2/l	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	
Azote nitreux	mg N-NO2/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Chlorures	mg/l	1,06	<1.00	1,12	1,23	2,31	<1.00	
Orthophosphates	mg PO4/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	
Fluorures	mg/l	0,14	0,14	0,15	0,17	0,18	<0.1	
Sodium soluble	mg/l	2,67	3,19	3,44	4,1	4,36	1,74	
Calcium (Ca) soluble	mg/l	6,3	8,2	6,7	6,9	8,5	3,6	
Potassium (K) soluble	mg/l	1,12	1,11	1,17	1,13	1,38	0,87	
Sulfure d'hydrogène (H2S)	mg/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
Silicium	mg/l	9,1	12,4	13,5	15,7	14,8	6,56	

Les seules eaux ayant une valeur légèrement supérieure à la valeur seuil réglementaire sont les eaux de profondeur et de surface de Sansanba, avec une concentration en nitrate de 1,89 mg/L au lieu de 1mg/L.

4.3.1.2 Dans les sédiments

Les résultats obtenus sur l'ensemble des stations d'échantillonnage de sédiments de la rive malienne de la Falémé montrent qu'à part les cyanures totaux, tous les métaux ont pu être détectés. Les concentrations de ces métaux sont plus ou moins fortes, en fonction de l'élément et en fonction du point de prélèvement. Par exemple, le cadmium n'a été détecté qu'à Farincounda (0,8 mg/Kg MS) et l'étain qui n'a été détecté qu'à Fadougou (5,02 mg/Kg MS, soit quasiment la limite de quantification). Pour le cadmium, une pollution débiterait à partir de 5 mg/Kg MS (valeurs seuils pour les sols, recommandées par l'INERIS et le BRGM). Le mercure a été détecté à Sansanba (0,26mg/Kg MS) et à Farincounda (0,18 mg/Kg MS). Le cyanure n'a

jamais été détecté dans les sédiments. L'arsenic, un élément associé à l'or, est présent partout avec des valeurs maximales de 98,9 mg/Kg MS à Sansanba et de 56,6 mg/Kg MS à Farincounda. L'aluminium, le fer et le magnésium donnent les concentrations les plus fortes, de 7130 mg/Kg MS à 23500 mg/Kg MS pour l'aluminium, de 16900 mg/Kg MS à 67300 mg/Kg MS pour le fer et de 885 à 6440 mg/Kg MS pour le magnésium. Les valeurs de ces éléments sont fortes, car elles sont corrélées au substratum géologique du Bassin de la Falémé. De plus, étant aussi corrélées à la granulométrie du sédiment analysé et à son taux d'argiles, il est ardu de commenter les valeurs obtenues.

Les autres métaux lourds détectés dans les sédiments de la rive malienne de la Falémé sont classés par concentration maximale croissante (lire la colonne de gauche, puis celle de droite). Pour comparaison, les valeurs obtenus lors de la première campagne sur la rive sénégalaise ont été ajoutées. Les sédiments de la rive malienne de la Falémé sont moins chargés en manganèse, arsenic, chrome, cuivre, nickel, zinc, cobalt, plomb.

Tableau 63 : Concentrations minima et maxima en métaux lourds dans les sédiments de la Falémé

Unité : mg/Kg MS (Sénégal)	mg/Kg MS (Mali)	Unité : mg/Kg MS (Sénégal)	mg/Kg MS (Mali)
manganèse : 152 à 736	207 à 636	nickel : 10 à 57,5	11,2 à 49,7
arsenic : 3,39 à 263	3,34 à 98,8	zinc : 12,4 à 43,4	13,6 à 39,5
chrome : 43,4 à 216	41,5 à 170	cobalt : 9,96 à 29,1	5,1 à 24,2
cuivre : 9,31 à 115	10,0 à 42,7	plomb : 6,09 à 18,2	6,6 à 12,9

Pour rappel, contrairement aux eaux, il n'y a pas de valeurs seuils en métaux lourds dans les sols, leurs concentrations étant très liées aux teneurs en argiles et en fer du sédiment, et à la géochimie du substratum. Pour un sédiment, seule la fraction argileuse (granulométrie < 2 mm) doit être analysée. Mais, même sur cette fraction, une grande variabilité des valeurs peut être obtenue en fonction du fond géochimique de la zone étudiée (donc de la géologie). Il est donc difficile de fixer des valeurs seuils. Seules des recommandations peuvent être faites, comme par exemple, les valeurs tableau cité par le BRGM en France et donnant les « niveaux-guides d'appréciation de la pollution du sol aux Pays-Bas » (d'après Moen et al., 1985).

Les résultats des analyses des métaux lourds dans les sédiments prélevés lors de cette mission sont présentés dans le Tableau 64 en mg/Kg de Matière Sèche (MS).

Tableau 64 : Analyse des métaux lourds dans les sédiments de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord (rive malienne).

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Sédiments Sud Nord
Métaux SEDIMENTS	N° Unités	351	352	353	354	355	356	
Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	17000	23500	8140	13800	7130	14500	
Fer (Fe)	mg/kg M.S.	60100	67300	29400	53900	16900	30000	
Magnésium (Mg)	mg/kg M.S.	1850	6440	1640	2150	885	2110	
Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	33,1	49,7	20,6	26,7	11,2	20	
Cobalt (Co)	mg/kg M.S.	17	24,2	12,3	17,5	5,12	13,8	
Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	170	159	71,5	88,3	41,5	48,8	
Manganèse (Mn)	mg/kg M.S.	424	636	311	486	207	486	
Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	<0,40	<0,40	<0,40	0,8	<0,40	<0,40	
Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	34,2	42,7	24,5	34,8	10,0	20,1	
Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	12,8	12,9	10,3	12	6,6	10,3	
Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	39,5	34,6	30,5	38,4	13,6	24,5	
Etain (Sn)	mg/kg M.S.	<5,02	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	
Cyanures totaux	mg/kg M.S.	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Mercure (Hg)	mg/kg M.S.	<0,10	<0,10	0,26	0,18	<0,10	<0,10	
Arsenic (As)	mg/kg M.S.	30,8	22,7	98,9	56,6	3,5	5,4	

A ces résultats sur le mercure, il faut ajouter ceux, obtenus sur des doublons de sédiments prélevés et analysés dans les mêmes conditions que les échantillons. Les doublons situés à Sansanba et Farincounda ont une concentration en mercure, détectée par la méthode d'analyse choisie, c'est à dire, une concentration au-dessus ou égale à la limite de quantification (LQ = 0,10 mg/Kg MS) (Figure 88).

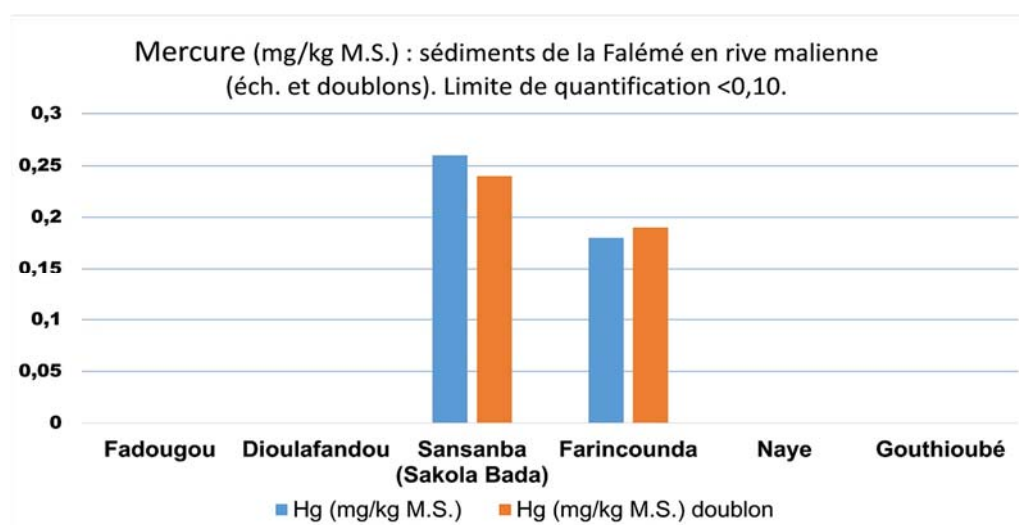


Figure 88 : Analyse du mercure (échantillon et doublon) dans les sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord (rive malienne)

Rive sénégalaise

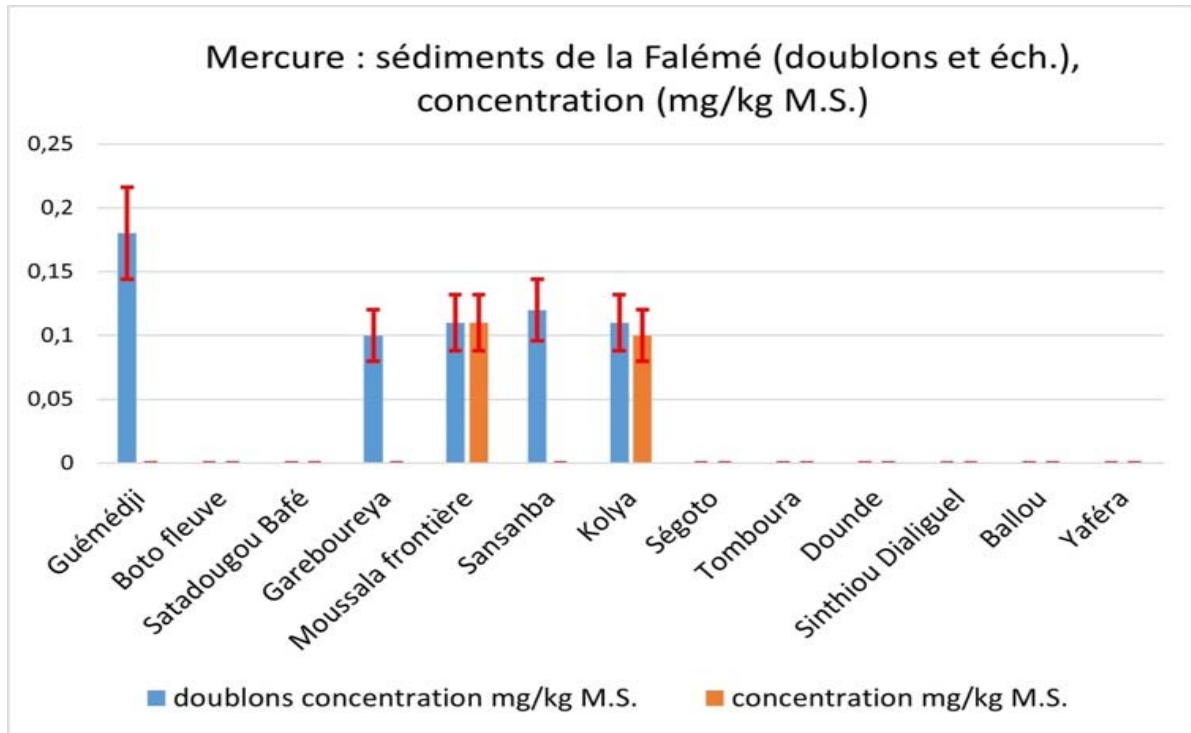


Figure 89 : Analyse du mercure (échantillon et doublon) dans les sédiments de la Falémé sur une coupe Sud-Nord (rive sénégalaise)

La comparaison avec la rive sénégalaise (Figure 89), échantillonnée en décembre 2021, montre que les valeurs du mercure et du cyanure situées au-dessus de la LQ, se situent au même niveau dans la Falémé, le cours moyen du fleuve, au niveau des localités de Moussala, Sansanba, Kolya au Sénégal et au niveau de Sansanba, Farincounda au Mali. Les résultats sont concordants.

Les anions et les cations ont été analysés dans les différents échantillons de sédiments prélevés sur la rive malienne de la Falémé. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 65 : Analyse des anions et cations dans les sédiments de la rive malienne de la Falémé et graphiques « Sparkline » sur une coupe Sud-Nord

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé	Sédiments Sud Nord
Anions & cations SEDIMENTS	N° Unités	351	352	353	354	355	356	
Matière sèche	% P.B.	59,3	58,1	70,3	68,8	78	67,2	
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.	22,3	21,1	14,6	21,6	23,1	24	
Sulfate soluble (SO4)	mg/kg M.S.	<82.5	<86.1	<68.0	<71.3	<59.9	<69.9	
Nitrate (NO3)	mg/kg M.S.	<20.0	21,4	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	
Nitrites (NO2)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	
Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	1,1	0,8	0,7	0,5	<0.5	0,6	
Azote global (NO2+NO3+NTK)	g/kg M.S.	1,1	0,8	0,7	0,5	<0.50	0,6	
Chlorures (Cl) solubles	mg/kg M.S.	23,3	22,1	20,4	42,4	62,4	53,5	
Orthophosphates (PO4-P)	mg/kg M.S.	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	<20.0	
Sodium (Na)	mg/kg M.S.	41,4	88,1	28,3	59,5	65,6	61,3	
Calcium (Ca)	mg/kg M.S.	909	1920	2660	1590	848	1890	
Potassium (K)	mg/kg M.S.	1200	4260	476	988	600	1300	
Silicium	mg/kg M.S.	140	116	306	98,6	209	74,9	

Les sédiments de la Falémé échantillonnés sur la rive malienne contiennent du silicium, du potassium, du sodium et du calcium qui reflètent la nature du substratum du bassin de la Falémé. Les valeurs ne peuvent être considérées comme anormales, même si elles varient en fonction des stations de prélèvement, notamment avec les plus fortes valeurs autour de Dioulafandou et Sansanba (Sakola Bada). Leurs ordres de grandeur sont d'ailleurs comparables à ceux de la mission 1 (rive sénégalaise). Pour les anions, il faut observer que les ions phosphate sont absents, de même que les nitrates (sauf à Dioulafandou) et les nitrites. Des chlorures ont été détectés à de faibles concentrations, de l'ordre de quelques dizaines de mg/Kg MS, comparables à celles de la Mission 1. Les plus fortes teneurs se retrouvent dans le cours amont de la Falémé.

4.3.2 Présentation des mesures hydrocarbures (HCT C10-C40) au Mali

La Figure 90 révèle le côté erratique de la distribution en polluant HCT.

Aucune irisation n'ont été constatées durant la mission à la surface de l'eau en rivière ou dans les puits / forages.

Les valeurs en hydrocarbures totaux (HCT C10 - C40) sont quasi inexistantes dans les eaux (surface ou profondeur). D'infimes traces de HCT sont décelées dans les eaux de surface à Dioulafandou.

Dans les sédiments, aucun HCT détecté dans les deux stations en aval.

Les sédiments dans le cours amont font ressortir quelques mg HCT/kg M.S. dans toutes les stations situées dans la zone d'intense activité minière artisanale ou industrielle (appelée "zone SMSK" dans ce rapport), en particulier au niveau de Sansanba (Sakola Bada). Cet endroit habité sur les deux rives est à 200m d'une bonne route bitumée du côté malien, il n'est donc pas impossible que des transporteurs lavent leurs véhicules dans la Falémé ; à cet emplacement, les images satellites révèlent d'importants travaux miniers "artisansaux" avec de nombreux cônes de déjection. Ces traces de HCT sont aussi certainement imputables à cette intense activité d'orpaillage.

Ces valeurs restent cependant très faibles. Aucune pollution significative en HCT n'a été observée au droit des six stations échantillonnées.

Quand des HCT existent, leurs concentrations sont du même ordre de grandeur sur les deux rives de la Falémé.

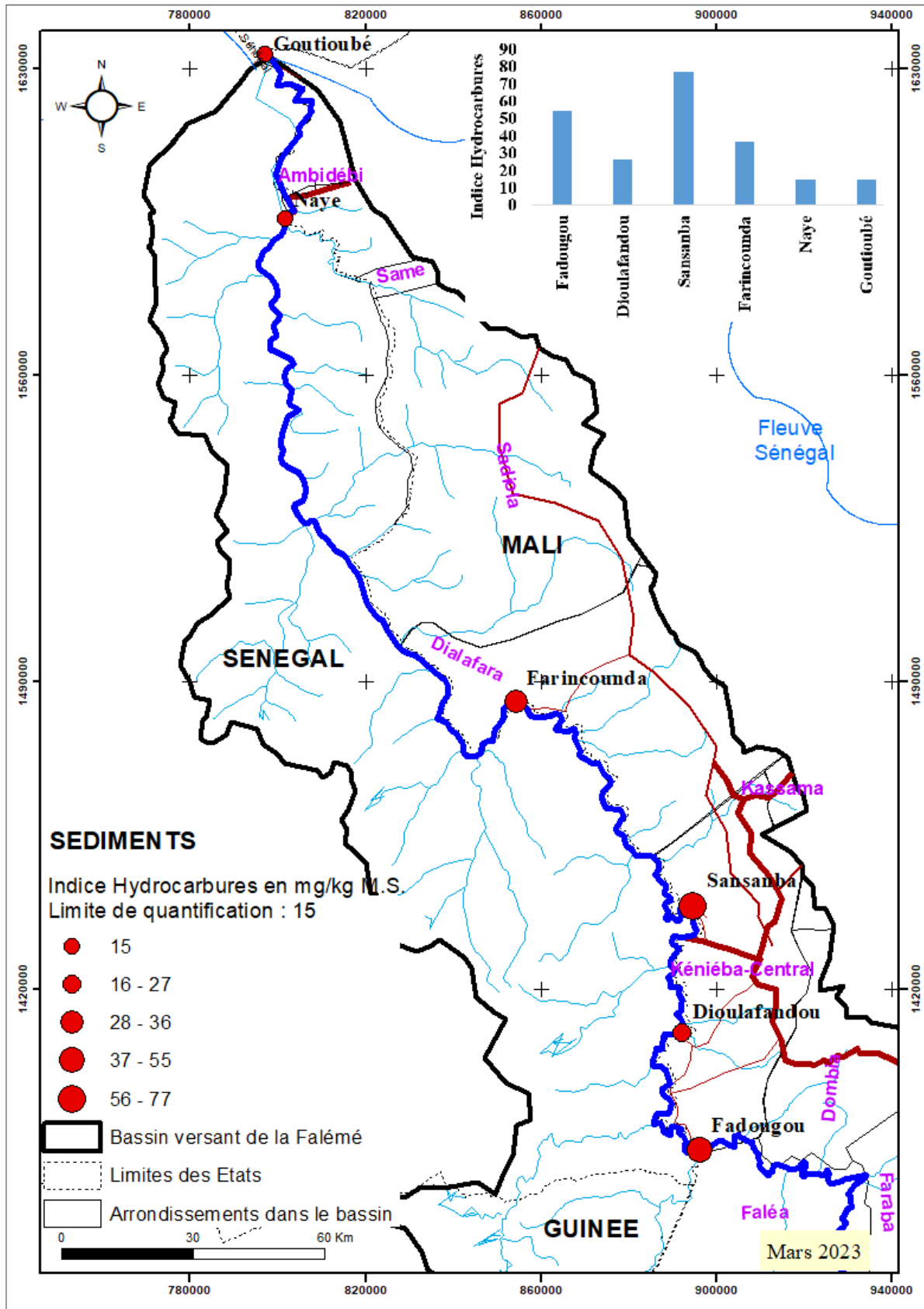


Figure 90 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé à travers l'indice hydrocarbures, (HCT) au Mali (Mars 2023)

4.3.3 Présentation des mesures physico-chimiques.

Différents paramètres physico-chimiques des eaux ont été mesurés sur le terrain. Ils sont reportés dans le Tableau 66 et le Tableau 67, concernant les eaux de profondeur et les eaux de surface.

Tableau 66 : Paramètres physico-chimiques des eaux de surface (ES) dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons en rive malienne

Paramètres ES	T° Eau	Oxygène dissous	Saturation en oxygène dissous	Conductivité à 20 ou 25°C	pH	Turbidité	ORP (potentiel Rédox)	Total dissous
Unités Sites	°C	O2 mg /L	%	microS/cm	pH	NTU	milli volt	mg/l
FADOUYOU (Fécola)	31,1	1,49	19,5	62	8,6	131	160	41
DIOLAFANDOU	30,3	1,34	17,8	71	7,7	585	181	44
SANSAMBA (Sakola Bada)	29,7	1,76	23,0	60	8,4	944	161	38
FARINCOUNDA	32,3	1,36	18,3	93	8,6	2466	196	59
NAYES	30,8	8,22	112,2	64	8,0	1430	213	40
GOUTHIOUBE	33,2	1,12	15,0	42	8,0	0	182	29
Moyenne	31,2	2,55	34,3	65	8,2	926	182	42
Maximum	33,2	8,22	112,2	93	8,6	2466	213	59
Minimum	29,7	1,12	15,0	42	7,7	0	160	29
Etendue	3,5	7,10	97,2	51	0,9	2466	54	30
Ecart-type	1,3	2,79	38,3	17	0,4	920	21	10
Coef. de variation	0,04	1,09	1,12	0,25	0,04	0,99	0,11	0,23

Tableau 67 : Paramètres physico-chimiques des eaux de profondeur (EP) dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons en rive malienne

Paramètres EP	T° Eau	Oxygène dissous	Saturation en oxygène dissous	Conductivité à 20 ou 25°C	pH	Turbidité	ORP (potentiel Rédox)	Total dissous
Unités Sites	°C	O2 mg /L	%	microS/cm	pH	NTU	milli volt	mg/l
FADOUGOU (Fécola)	36,3	1,37	20,5	158	7,1	0	303	102
DIOULAFANDOU	33,9	1,10	15,5	450	7,3	0	179	295
SANSAMBA (Sakola Bada)	34,3	1,25	18,0	773	7,3	0	193	501
FARINCOUNDA	30,9	1,22	16,6	310	7,5	0	188	204
NAYES	31,5	0,62	7,6	547	6,0	0	228	352
GOUTHIOUBE	32,1	0,64	7,5	3510	6,6	0	176	2282
Moyenne	33,2	1,03	14,3	958	7,0	0	211	623
Maximum	36,3	1,37	20,5	3510	7,5	0	303	2282
Minimum	30,9	0,62	7,5	158	6	0	176	102
Etendue	5,4	0,75	13,0	3352	1,5	0	127	2180
Ecart-type	2,0	0,32	5,5	1268	0,6	0	49	824
Coef. de variation	0,06	0,31	0,38	1,32	0,08	0,00	0,23	1,32

4.3.3.1 Le pH des eaux

Le pH des stations varie de l'amont vers l'aval, de 8,6 à 8 pour les eaux superficielles (ES) et de 7,5 à 6 pour les eaux de profondeur (EP) avec respectivement une moyenne de 8,2 et 7 (Tableau 66 et Tableau 67). L'eau de surface apparaît plus basique que l'eau souterraine. L'amplitude des valeurs du pH est supérieure dans les eaux de profondeur. Sur cette rive malienne, il est observé une diminution du pH des eaux profondes vers l'aval de la Falémé. Pour les eaux de surface, au contraire, les valeurs du pH augmentent légèrement vers l'aval.

4.3.3.2 Température des eaux

Les données obtenues varient entre 29,7°C et 33,2°C pour une moyenne de 31,2°C pour les eaux superficielles (Tableau 66) et entre 30,9°C et 36,3°C pour une moyenne de 33,2°C pour les eaux de profondeur (Tableau 67). Pour les eaux de profondeur, la station de Fadougou, dans la partie amont, a enregistré la température la plus élevée (36,3°C). Quant aux eaux de surface, c'est la station la plus aval, celle de Gouthioubé, qui a enregistré la température la plus élevée (33,2°C), alors que la station de Sansamba, dans la partie centre, a enregistré la température la plus faible (29,7°C).

4.3.3.3 Oxygène dissous

Les eaux de profondeur (forages et puits) analysées, côté malien, contiennent des quantités d'oxygène dissous très basses entre 0,62 et 1,37 mg/l d'oxygène dissous. Les eaux de surface de la Falémé, très peu oxygénées, en contiennent des quantités qui varient peu de l'amont vers l'aval, entre 1,12 et 1,76 mg/l, sauf à Nayas où l'eau de surface semble mieux oxygénée avec 8,22 mg/L.

4.3.3.4 Taux de saturation en oxygène

Le calcul du pourcentage d'oxygène dissous dans les eaux de surface des différentes stations varie entre 15% et 112,2% (Tableau 66). Ce pourcentage est très bas et varie peu de 15% à 23%, sauf pour les eaux de surface de la station de Nayes où ce pourcentage est élevé avec une valeur de 112,2%. Pour les eaux profondes, le pourcentage d'oxygène dissous a été mesuré avec des valeurs allant de 20,5% en amont à Fadougou à 7,5% en aval à Gouthioubé. Les valeurs affichent un véritable gradient de l'amont vers l'aval, avec des eaux de moins en moins oxygénées vers l'aval. A part, les eaux de surface de Nayes, bien oxygénées, toutes les eaux, de surface et profondes, sont très peu oxygénées, en cette saison (mars 2023), période d'étiage. Lorsque le débit de la Falémé est « tumultueux et torrentiel », les eaux de surface sont mieux brassées, et bien que très boueuses, leur taux d'oxygène dissous est plus élevé qu'en cette période d'étiage pendant laquelle l'eau ne s'écoule plus, ou presque plus.

4.3.3.5 Conductivité

Les mesures recueillies, en $\mu\text{S/cm}$ (microSiemens/cm), sont reportées dans les deux tableaux 66 et 67, pour les eaux de profondeur et les eaux de surface.

Dans le bassin de la Falémé, la conductivité électrique est très faible pour les eaux de surface et varie de $42 \mu\text{S/cm}$ à $93 \mu\text{S/cm}$ (soit une amplitude de $51 \mu\text{S/cm}$) pour une moyenne de $65 \mu\text{S/cm}$. Par contre la conductivité électrique des eaux de profondeur reste plus élevée et varie de $158 \mu\text{S/cm}$ à $3510 \mu\text{S/cm}$; mais il vaudrait mieux écrire de 158 à $547 \mu\text{S/cm}$ et avec une valeur surprenante de $3510 \mu\text{S/cm}$ à Gouthioubé.

4.3.3.6 Turbidité et couleur de l'eau

Bien que la turbidité des eaux du bassin de la Falémé n'ait pas été mesurée pour cette étude, il a été observé que les eaux de surface sont troubles, et de couleur marron clair à foncé (Tableau 68). En cette période d'étiage, la rivière Falémé coule peu, mais transporte encore une grande quantité de MES (matières en suspension). Aucune vie ne peut se développer dans un tel environnement que les rayons lumineux et les UV (utiles au développement des nutriments nécessaires à la vie et contribuant à assainir l'eau) du soleil ne percent pas.

Toutes les eaux de profondeur (forages / puits) sont claires et incolores.

Tableau 68 : Appréhension de la couleur des eaux de surface et de profondeur dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons de la rive malienne

Paramètres Sites	Eaux de surface			Eaux souterraine		
	Teinte	Couleur	Limpidité	Teinte	Couleur	Limpidité
Fadougou (Fécola)	Trouble	marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Dioulafandou	Trouble	marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Sansamba (Sakola Bada)	Trouble	marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Farincounda	Sombre	marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Nayes	Trouble	marron	Non	Claire	Incolore	Oui
Gouthioubé	Un peu trouble	marron clair	Non	Claire	Incolore	Oui

4.3.3.7 Potentiel redox

Le potentiel d'oxydo-réduction (ORP en Anglais et POR en Français) mesure la capacité d'une eau, lac ou rivière / fleuve, à se nettoyer ou à décomposer les déchets (tissus morts et contaminants). Lorsque l'ORP est élevé, il y a beaucoup d'oxygène dans l'eau. Cela signifie que les bactéries qui décomposent ces déchets peuvent travailler plus efficacement. La valeur idéale de l'ORP pour la consommation humaine oscille autour de -200mV à -300 mV.

Toutes les mesures effectuées dans les eaux de surface et les eaux profondes sont bien supérieures à ces valeurs idéales pour la consommation humaine. En effet, pour les eaux de surface, les valeurs s'échelonnent de 213 à 160 mV et pour les eaux profondes, les valeurs oscillent entre 303 et 176 mV.

Globalement d'amont vers l'aval, l'ORP des eaux croît comme l'oxygène dissous

4.3.3.8 Matières totales dissoutes

La TDS (Total Dissolved Solids en mg/l) est la quantité totale d'ions chargés mobiles, y compris les minéraux, les sels et les métaux dissous dans un volume donné d'eau. L'organisme de régulation américain EPA conseille un niveau maximal de contamination (MCL) de 500 mg/l ou 500 ppm. De nombreuses sources d'eau dépassent ce niveau. Lorsque les niveaux de TDS dépassent 1000 mg/l, il est généralement considéré comme impropre à la consommation humaine.

Les dans les eaux de surface varient de 29 à 59 mg/L avec une moyenne de 42 mg/L. Les eaux de surface sont donc correctes pour la consommation humaine. Par contre, les eaux de puits montrent une TDS variant de 102 à Fadougou, à 501 pour Sansamba et même de 2282 mg/L pour Gouthioubé. Les eaux ayant une TDS supérieures à 500 mg/L ne sont pas potables.

4.4 Présentation d'analyses chimiques géolocalisées issues des archives du LNE du Mali

Des analyses d'échantillons d'eaux de surface ont été réalisées par le Laboratoire National des Eaux du Mali (LNE). Les prélèvements ont été faits en novembre 2020 sur la rive malienne de la Falémé. Ils ont fourni des paramètres physico-chimiques (conductivité, pH et oxygène dissous) inférieurs aux normes de potabilité de l'OMS (tableau ci-dessous, qui est extrait d'un ensemble plus grand de valeurs). Ces mesures ont été effectuées à une période assez semblable à la période de prise des mesures et des échantillons de la présente mission et sont reportées dans le Tableau 69 qui a été fourni par le LNE le 17 novembre 2021, à la demande de SOFRECO.

Tableau 69 : Données du LNE Mali sur quelques paramètres physico-chimiques de la qualité des eaux du fleuve Sénégal (Falémé) de novembre 2020

Paramètres	Conductiv.	pH	O ₂	% sat	TAC	TH	pH	Cond	IR	TDS
1	35	7,35	7,33	95	20,08	24,79	7,8	65	10,67	61,60
2	57	7,36	7,32	94,8	21,55	21,19	7,57	59	10,83	55,91
3	57	7,35	7,29	93,5	17,7	20,14	7,38	58	11,35	54,96

Légende fournie par le LNE :

Cond = Conductivité ; % Sat = Pourcentage de saturation en oxygène ; O2 = Oxygène dissous ; Turb = Turbidité ; T = Température.

Les mesures du pourcentage de saturation en oxygène sont supérieures aux résultats de la présente étude (Sauf à Naye), le pH et les conductivités sont à peu près dans les mêmes gammes.

4.5 Cartographie des principaux paramètres caractérisant la pollution dans la Falémé sur la rive malienne

4.5.1 Cartographie globale à l'échelle du bassin versant

Les principaux paramètres à considérer comme marqueurs, pour caractériser la pollution de la Falémé, sont les concentrations en :

- Mercure et cyanure dans les eaux et les sédiments. Ces deux éléments chimiques sont de bons marqueurs des activités d'orpaillage artisanales ;
- Métaux lourds dans les eaux et les sédiments (Ni, Co, Cr, Mn, Cu, Pb, Zn, et As). Des cartes sont fournies pour chaque élément ;
- Aluminium et fer, représentatives des quantités d'argiles transportées par le fleuve (MES, Matières En Suspension).

De la même façon que pour l'analyse des résultats de la première campagne d'échantillonnage sur la rive sénégalaise, tous les autres paramètres mesurés sont reportés sur des cartes.

4.5.1.1 Cartes des résultats des analyses chimiques : Hg, CN, As, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn

La cartographie des principaux paramètres pour caractériser une pollution dans la Falémé est présentée pour chaque médium : eaux de surface, eaux de profondeur et sédiments (Annexes 17 à 18).

- Pour les eaux de surface

La spatialisation des métaux lourds dans les eaux de surface de la Falémé au Mali figure dans l'annexe 17. Les teneurs des eaux de surface en métaux lourds sont toutes sous la limite de quantification (LQ), sauf pour : arsenic, chrome, cuivre, plomb et zinc. Pour rappel, les teneurs sous la LQ ne sont pas représentées, car elles sont ininterprétables.

Ce sont principalement les sites du cours moyen de la Falémé qui sont concernés. Attention, une valeur au-dessus de la LQ ne signifie pas que la valeur dépasse la valeur seuil réglementaire.

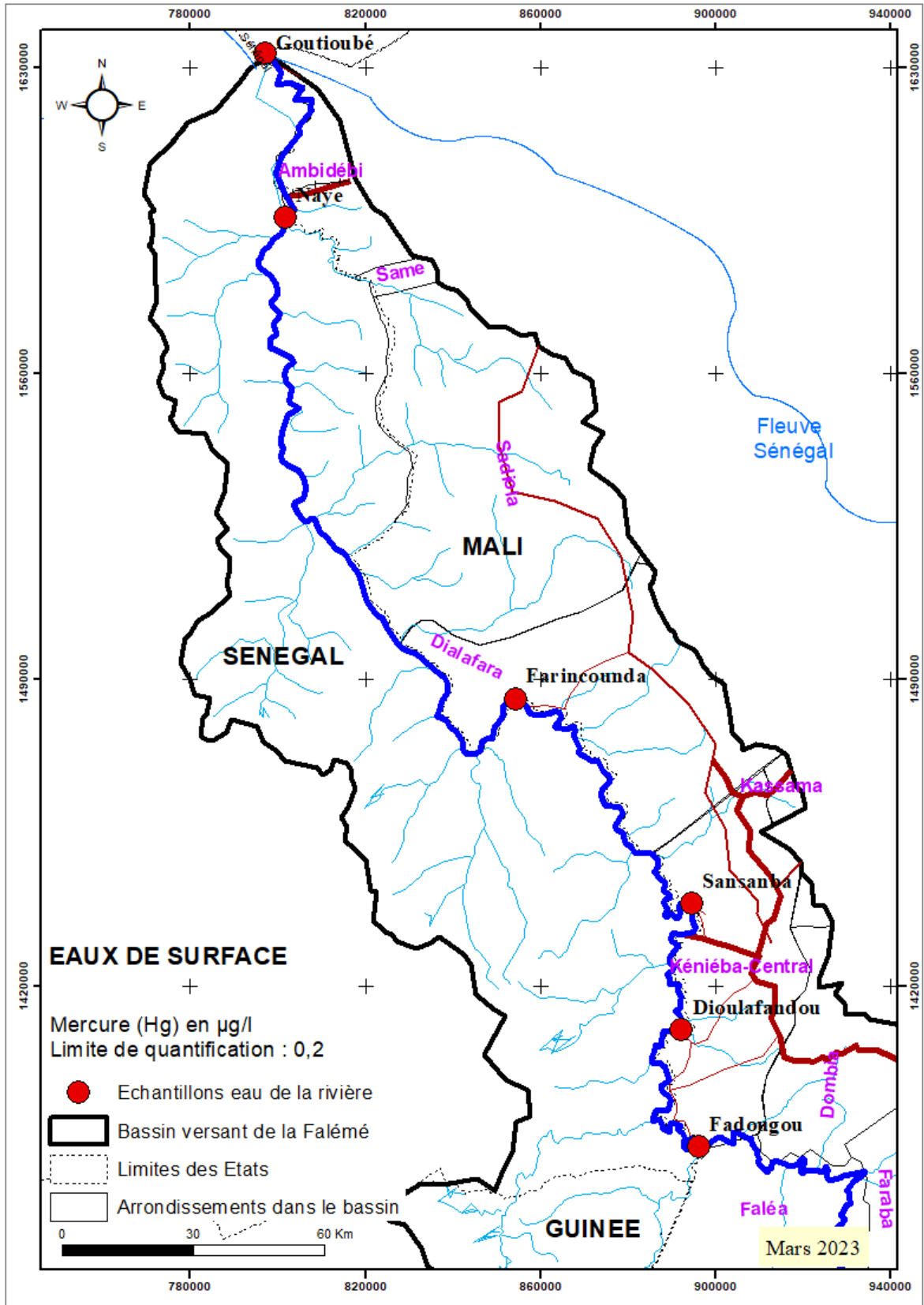


Figure 91 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Mercure (Hg)

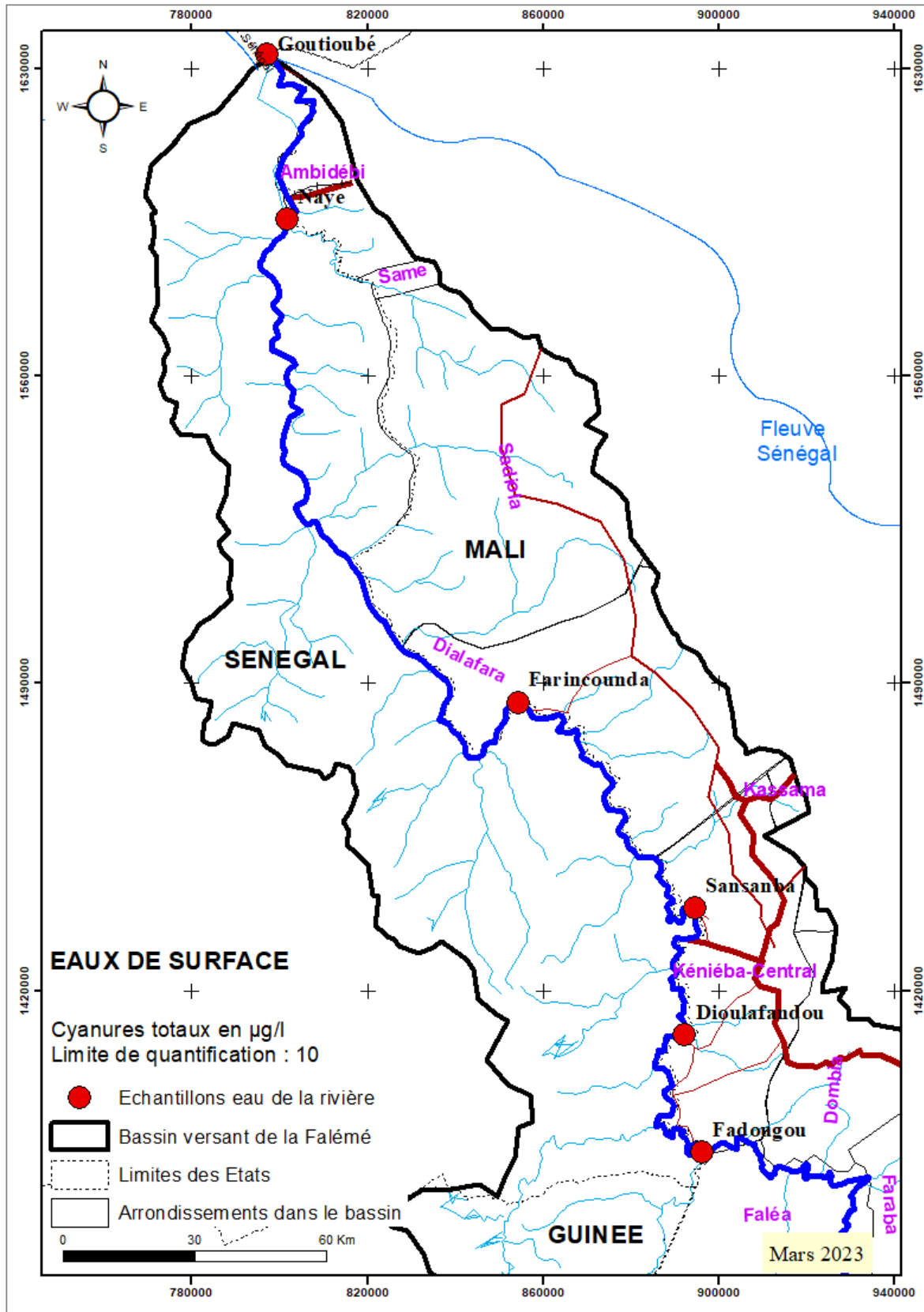


Figure 92 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN)

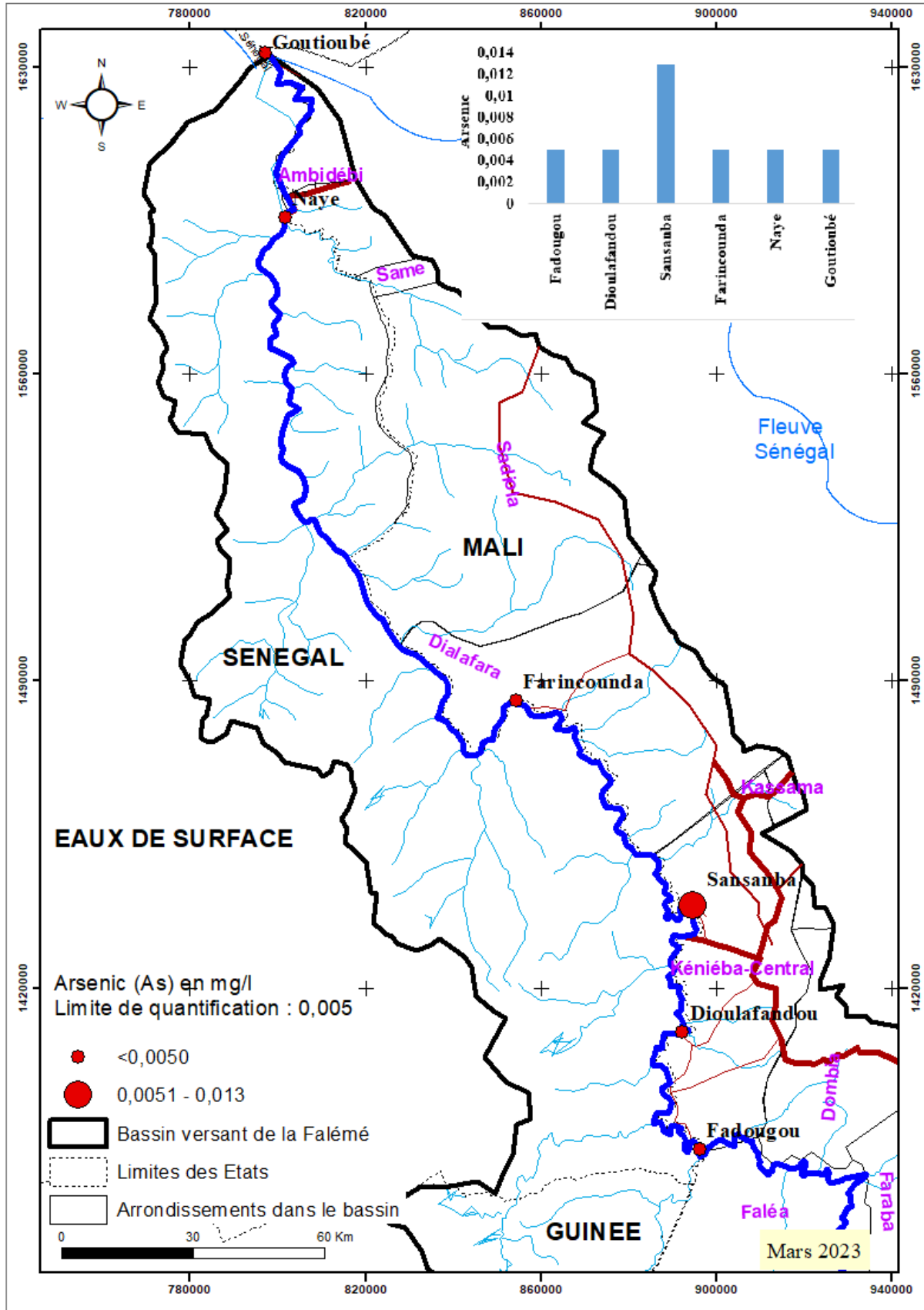


Figure 93 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers l’Arsenic (As)

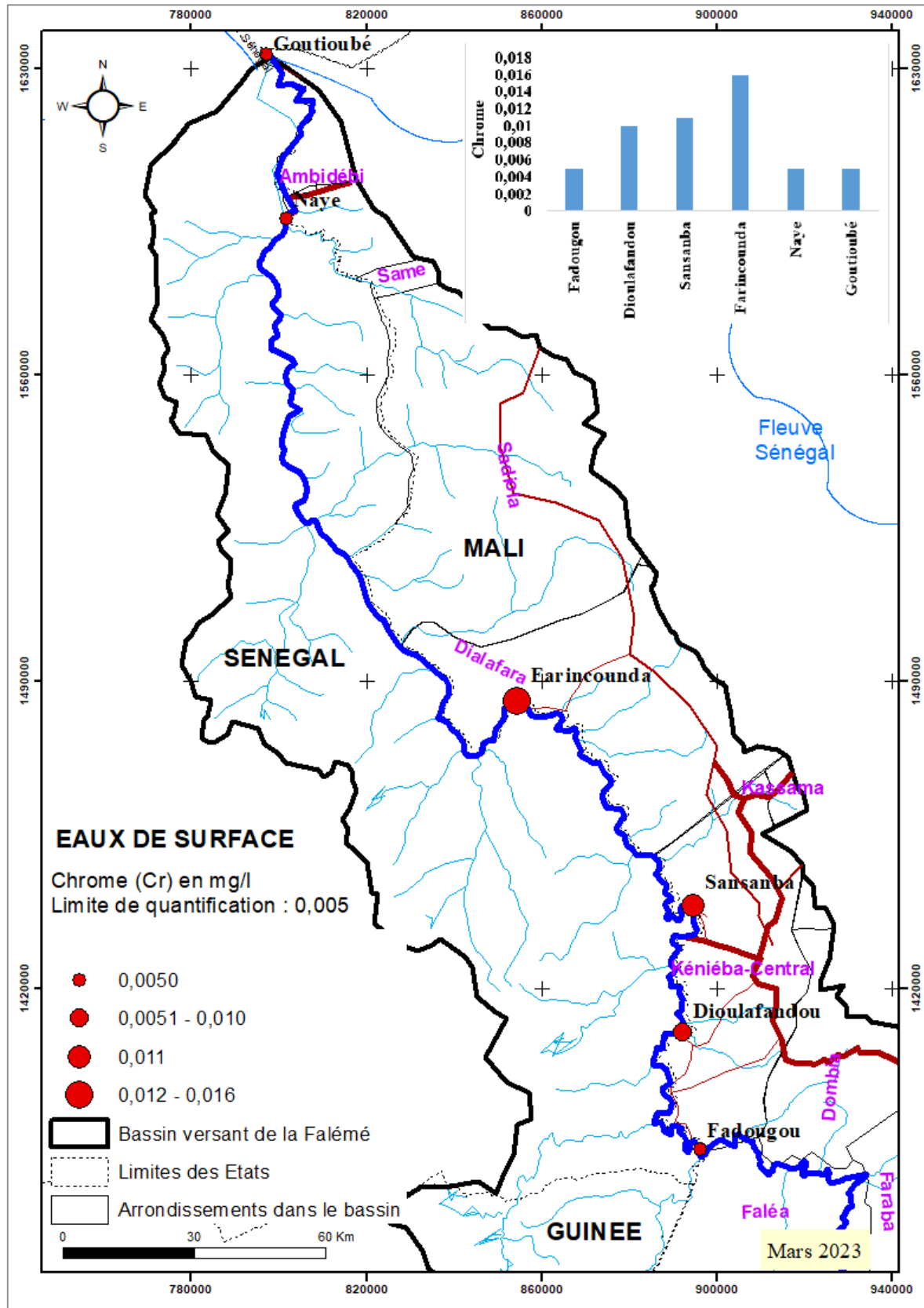


Figure 94 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Chrome (Cr)

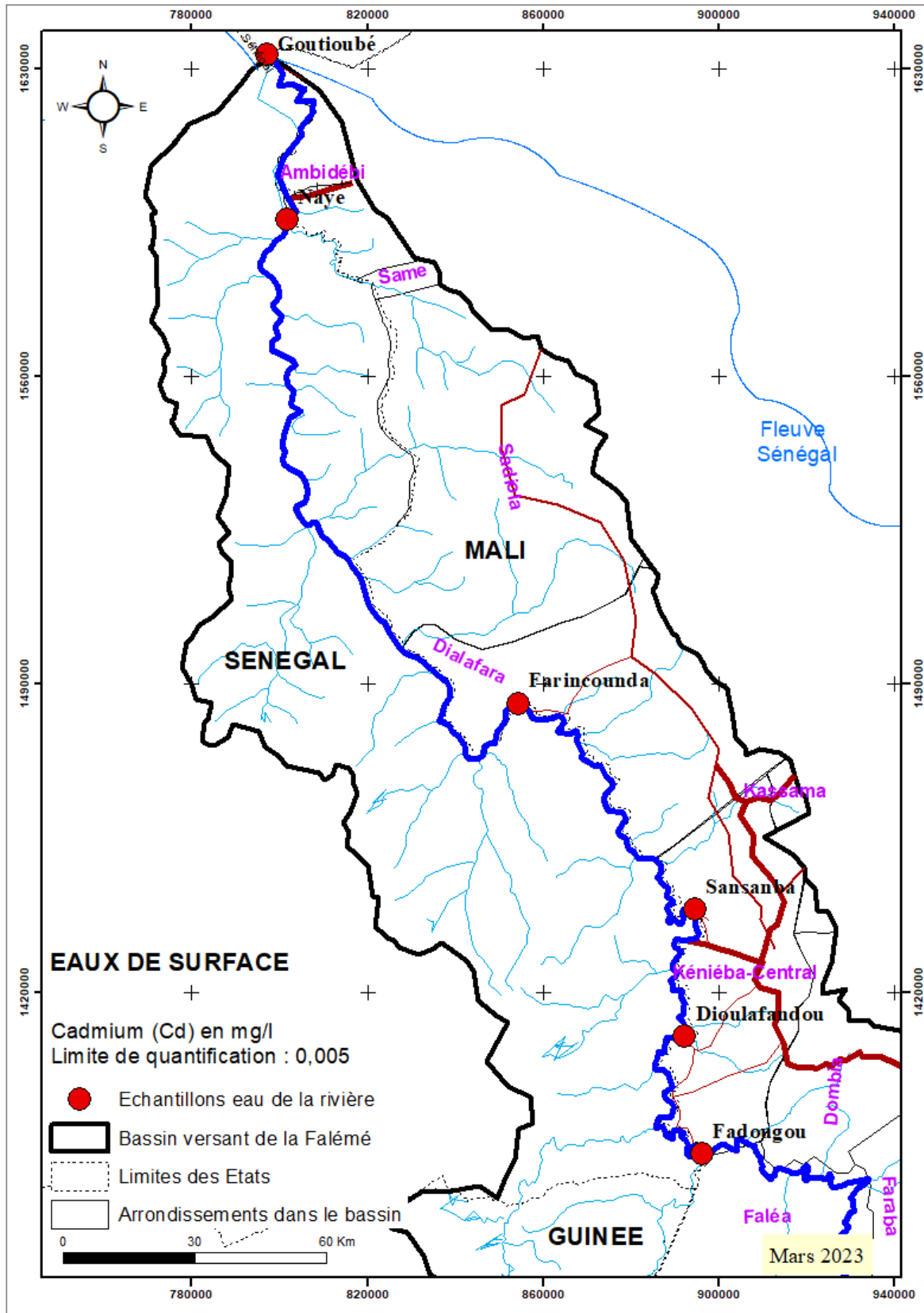


Figure 95 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd)

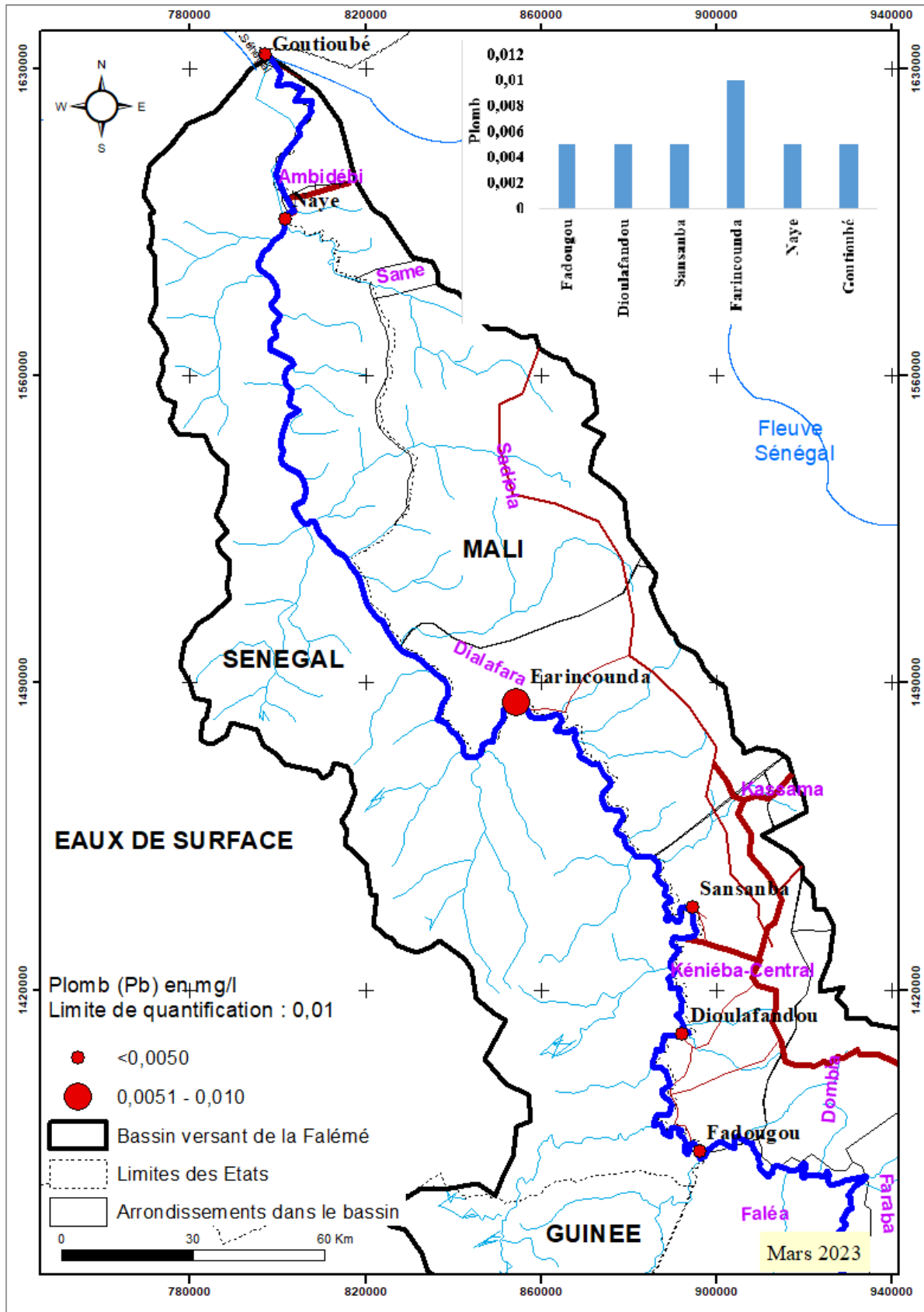


Figure 96 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en river malienne à travers le Plomb (Pb)

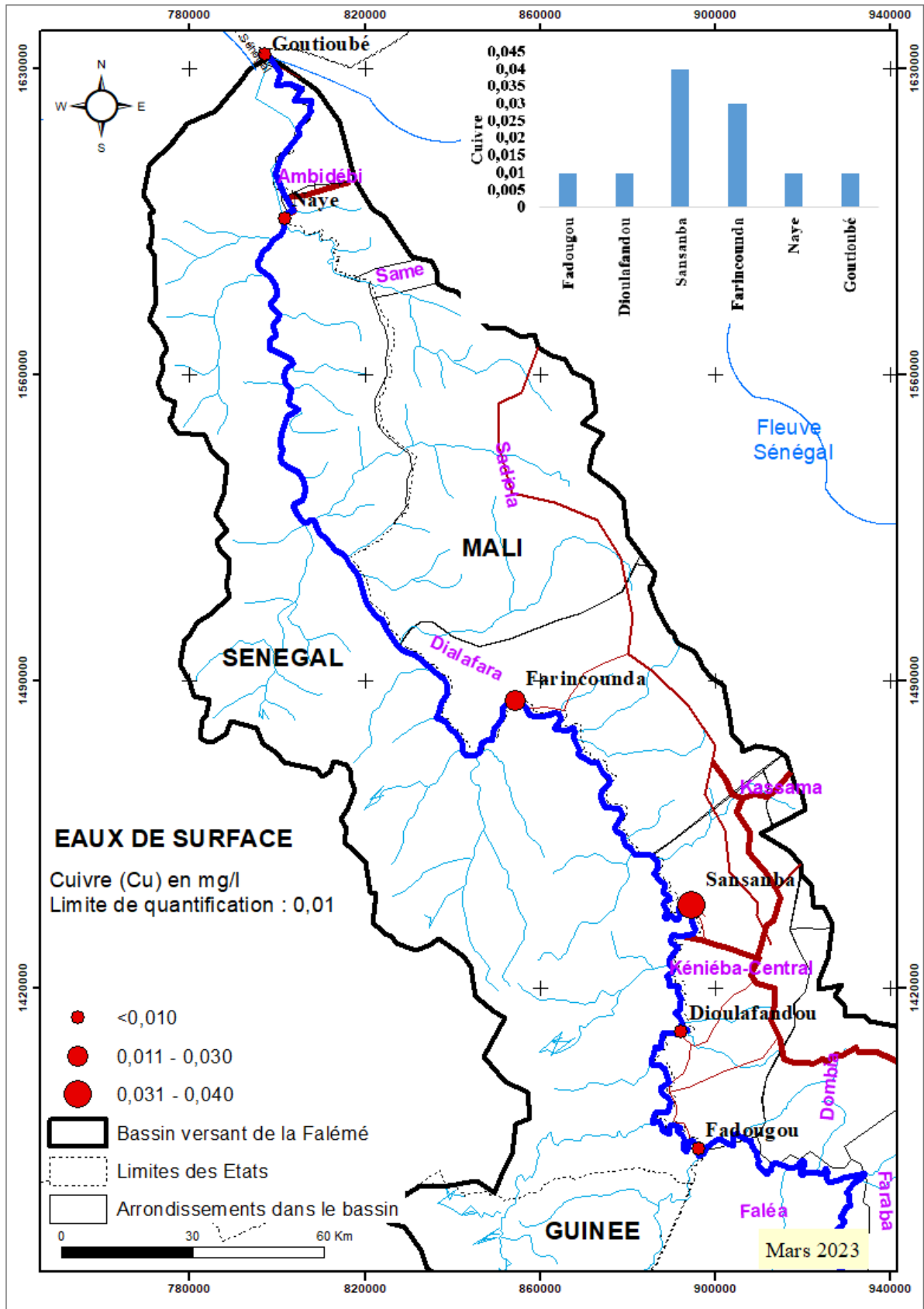


Figure 97 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en river malienne à travers le Cuivre (Cu)

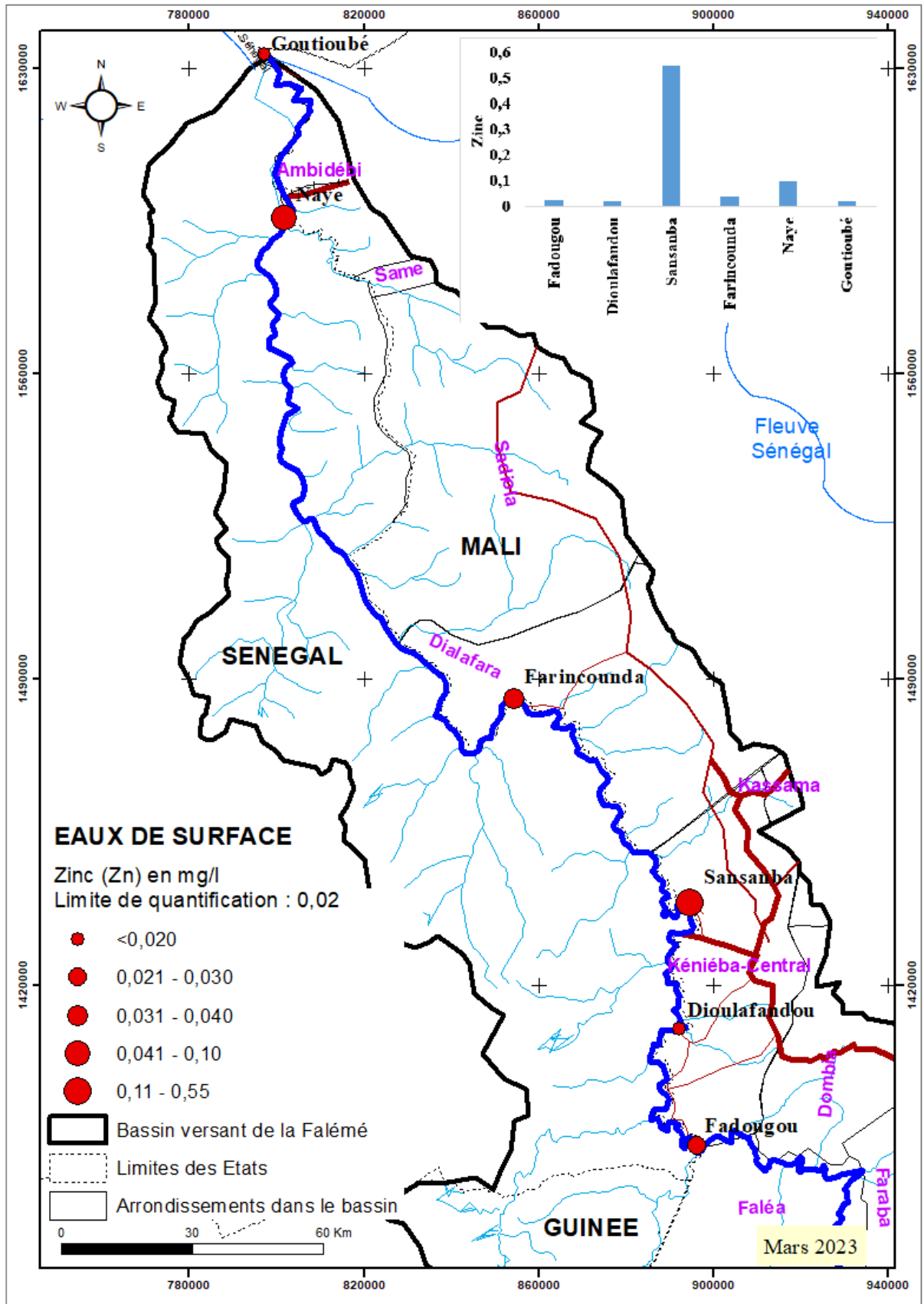


Figure 98 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de surface de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn)

- Pour les eaux de profondeur

Dans des eaux de profondeur échantillonnées au Mali, le mercure, les cyanures totaux, le cadmium, le plomb, le chrome, l'étain n'ont été détectés dans les eaux de profondeur (Annexe 18).

Les métaux lourds détectés dans les eaux profondes sont les éléments venant du substratum, notamment le silicium, l'aluminium, le fer, le magnésium, mais aussi l'arsenic, le cuivre, le zinc, le manganèse, le cobalt et le nickel. L'arsenic a été détecté à Dioulafandou et à Sansanba, mais seul Sansanba a une teneur de 0,029 mg/L, au-dessus de la valeur seuil à 0,01mg/L.

Le manganèse est au-dessus de la valeur seuil de 0,05mg/L à Dioulafandou.

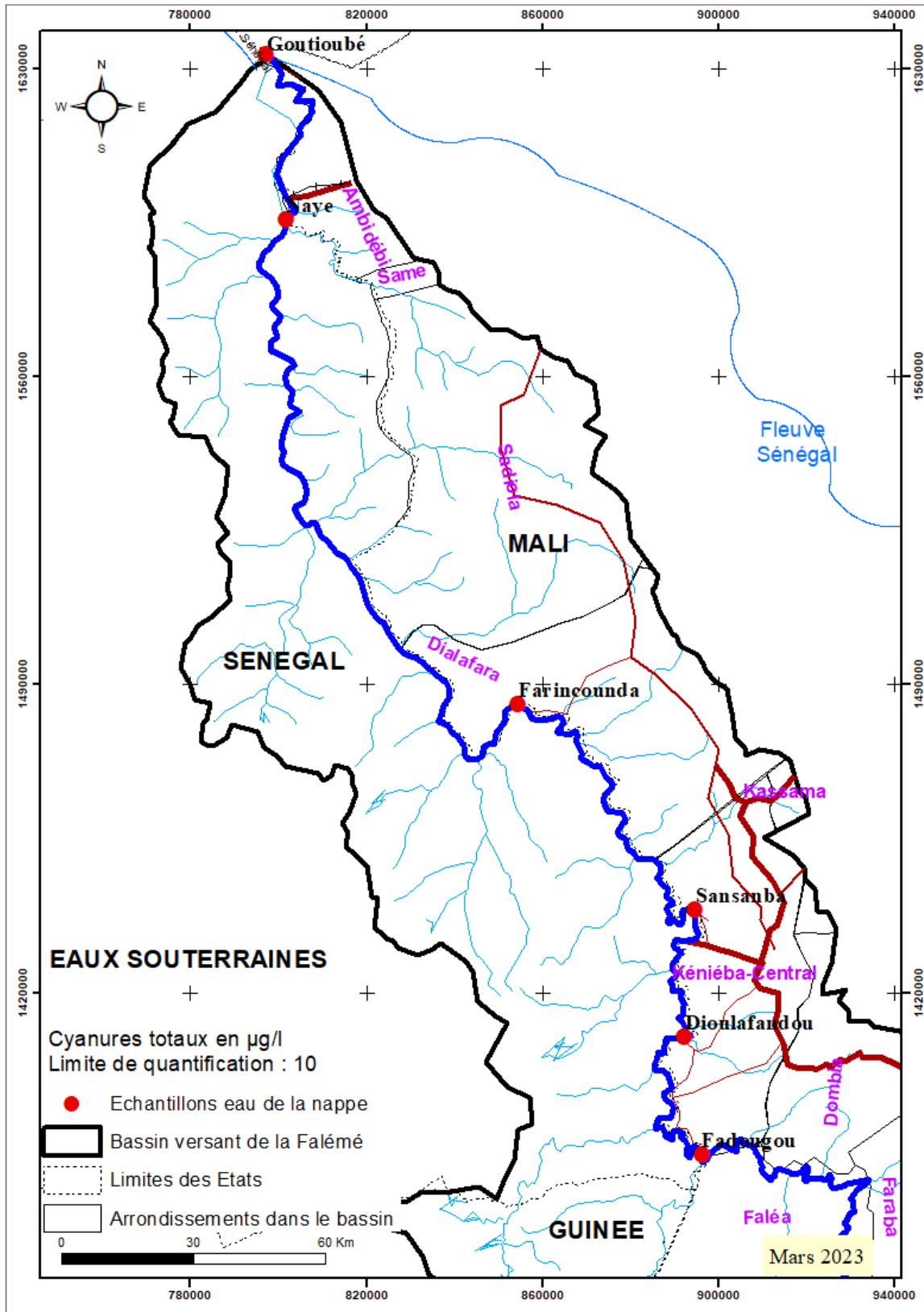


Figure 99 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN)

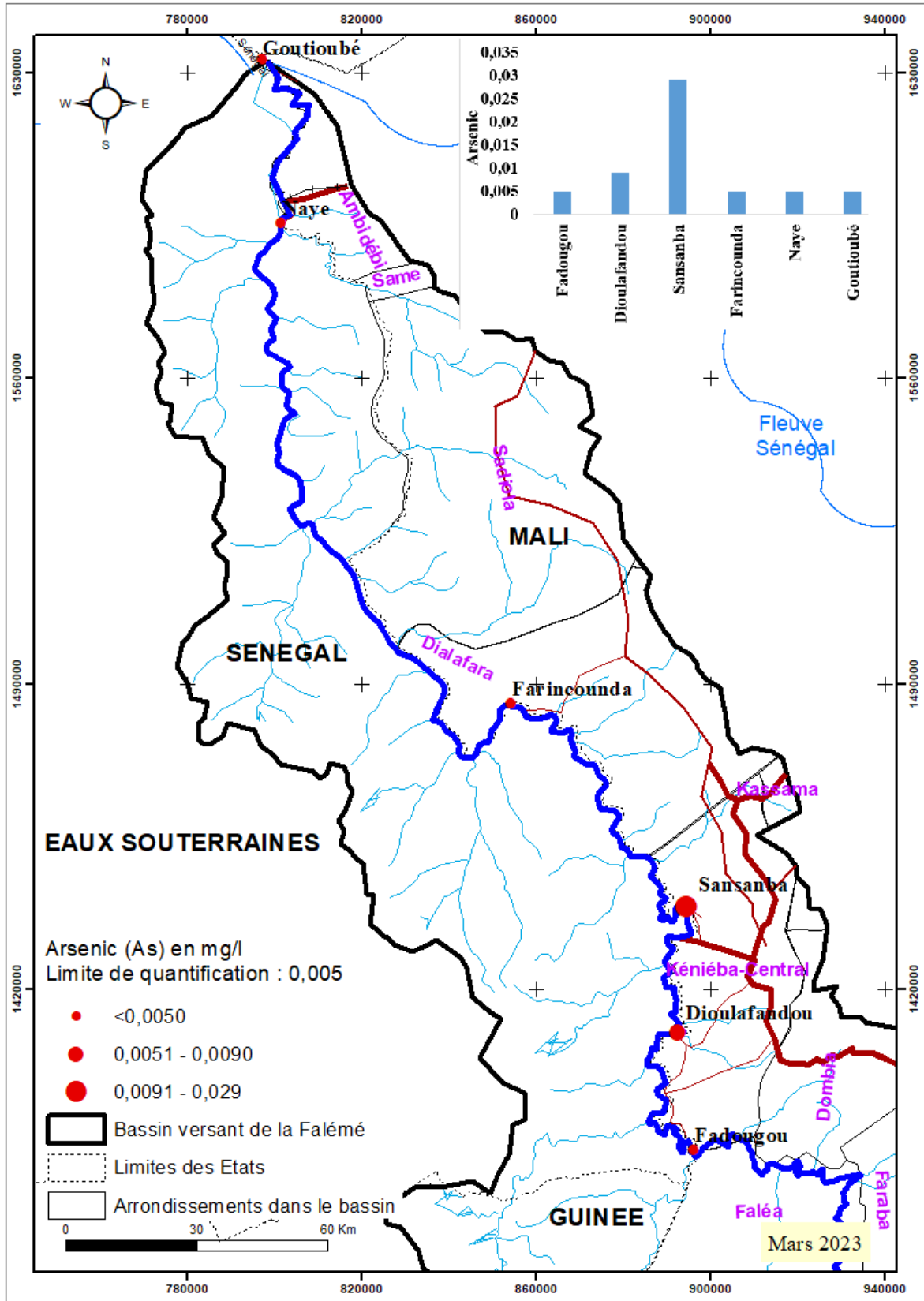


Figure 100 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers l’Arsenic (As)

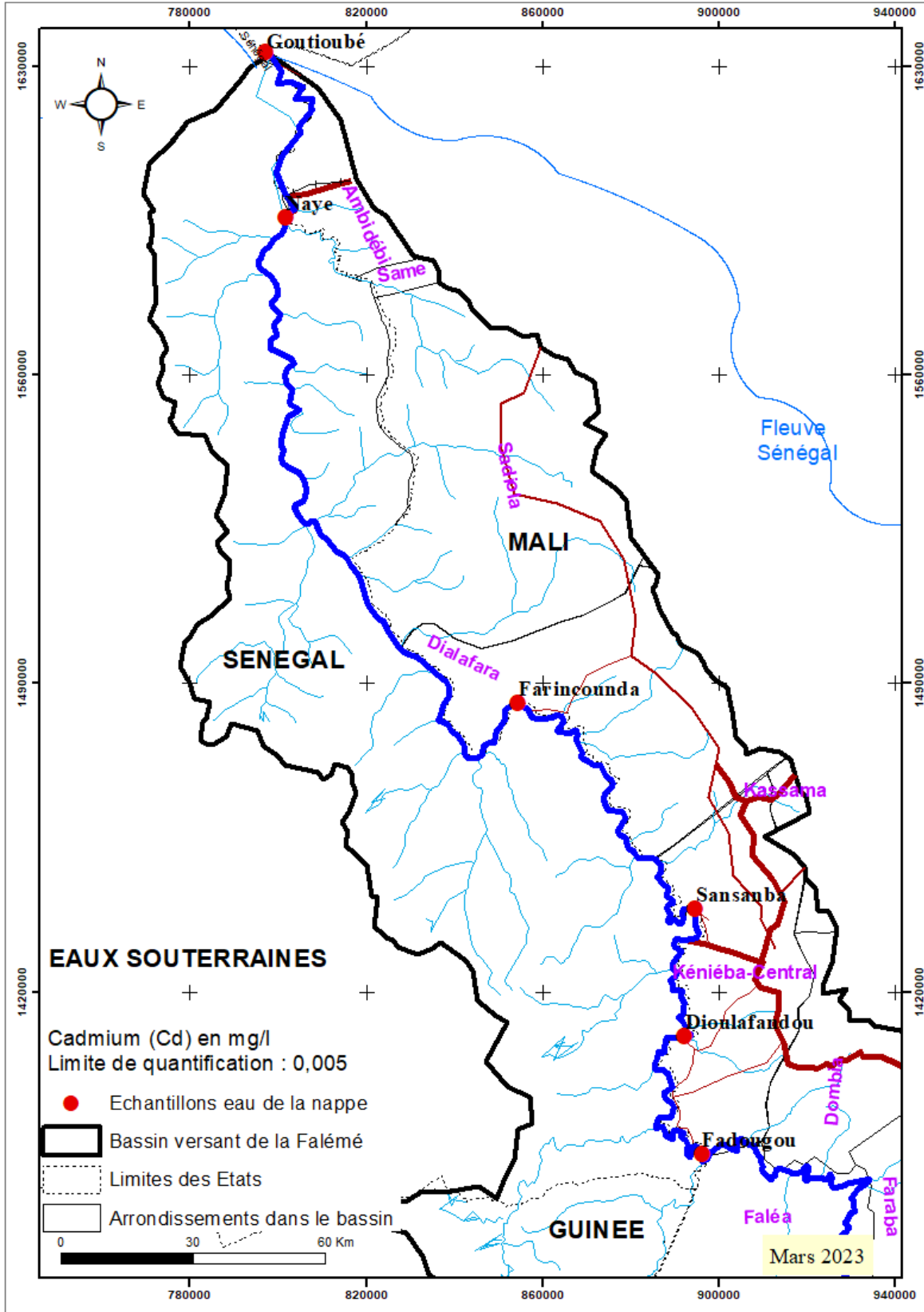


Figure 101 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd)

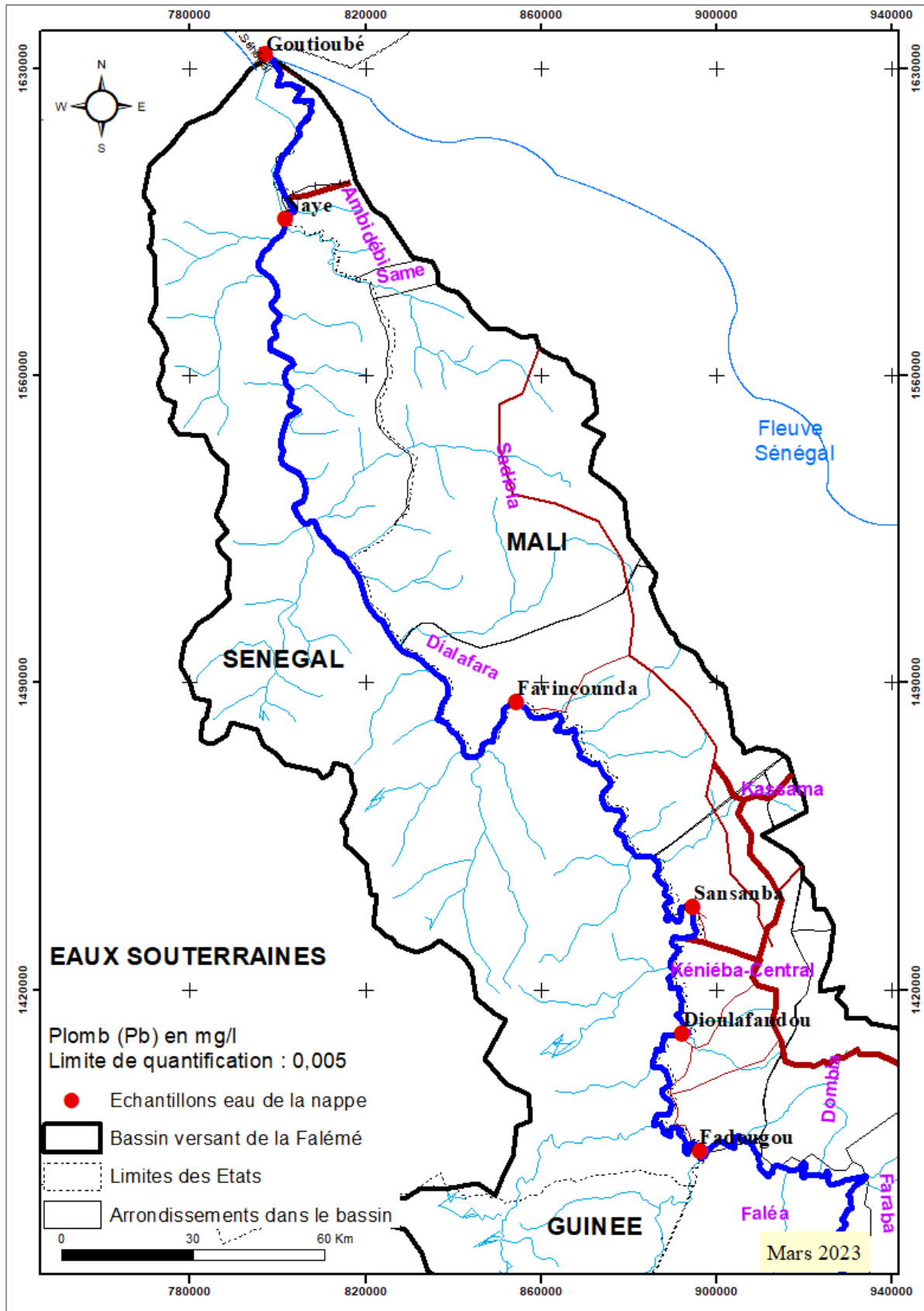


Figure 102 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Plomb (Pb)

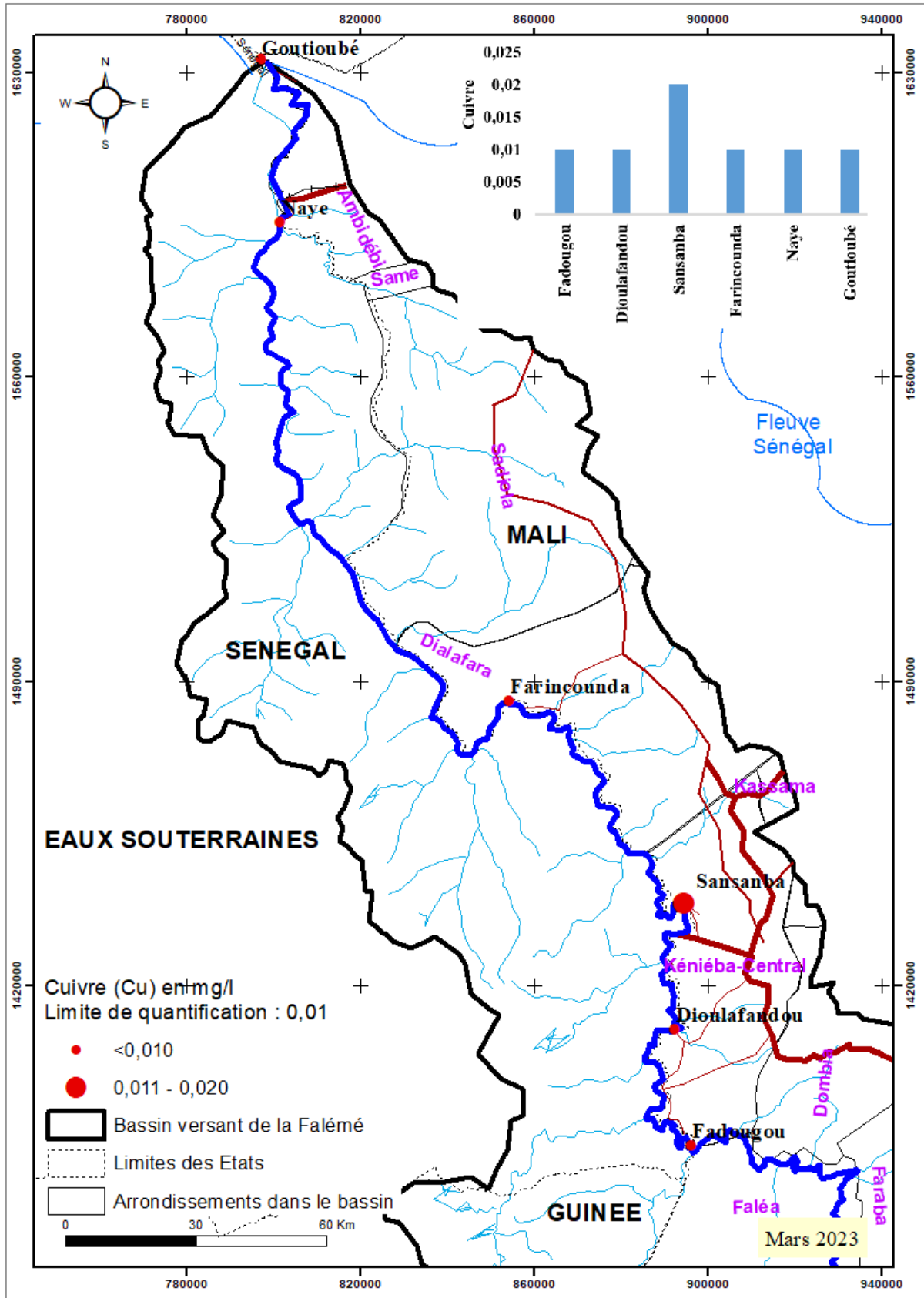


Figure 103 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Cuivre (Cu)

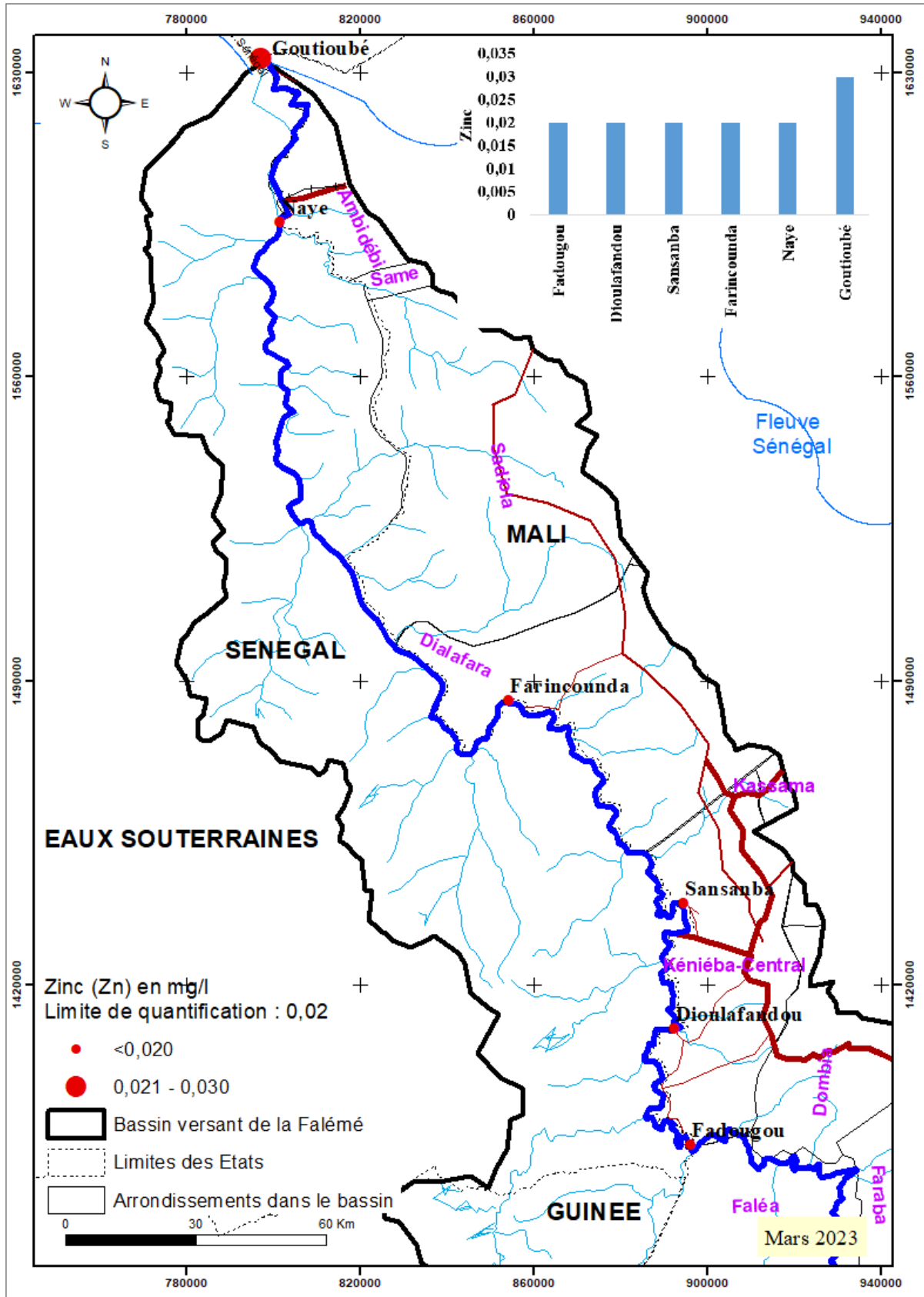


Figure 104 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn)

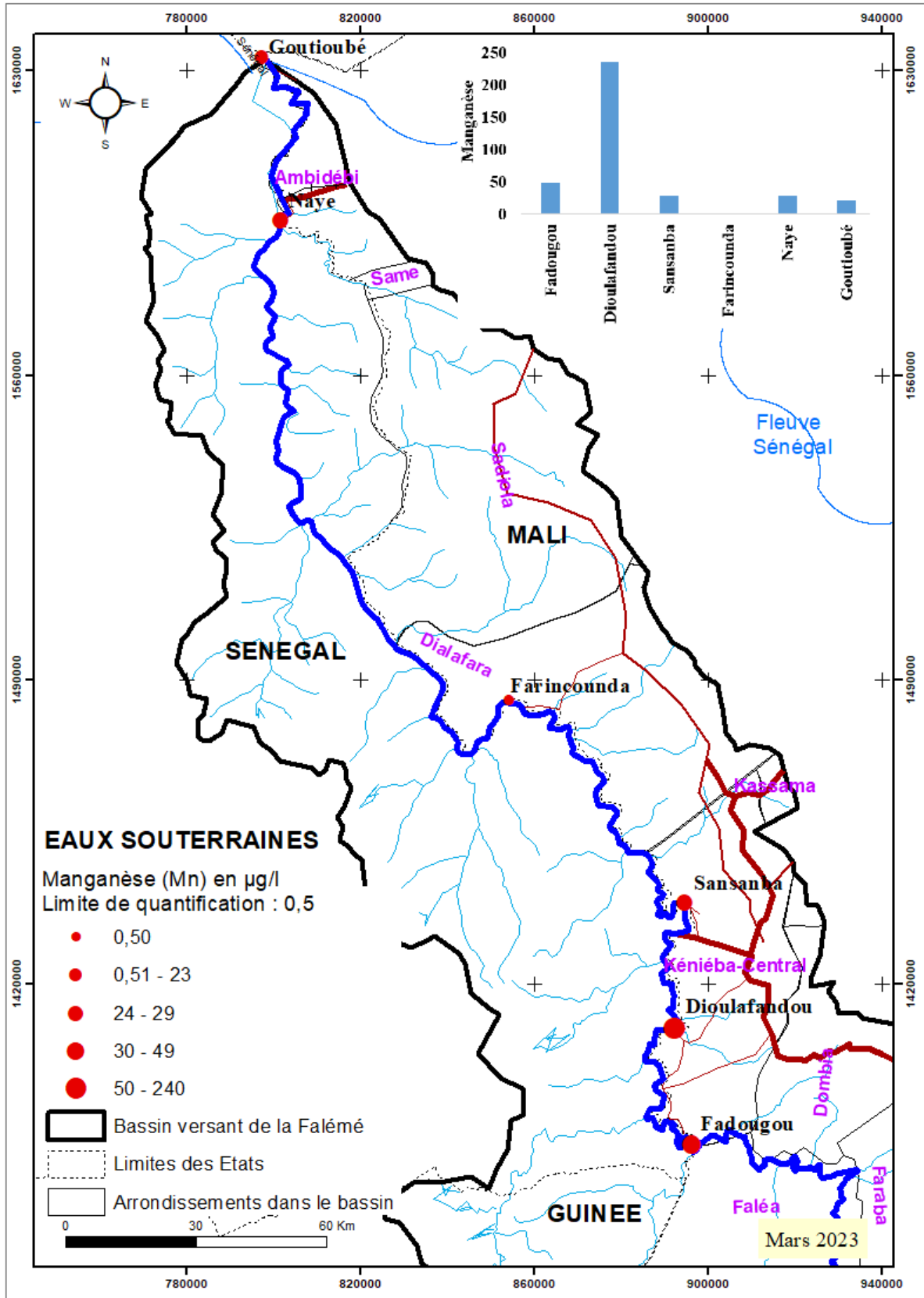


Figure 105 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le manganèse (Mn)

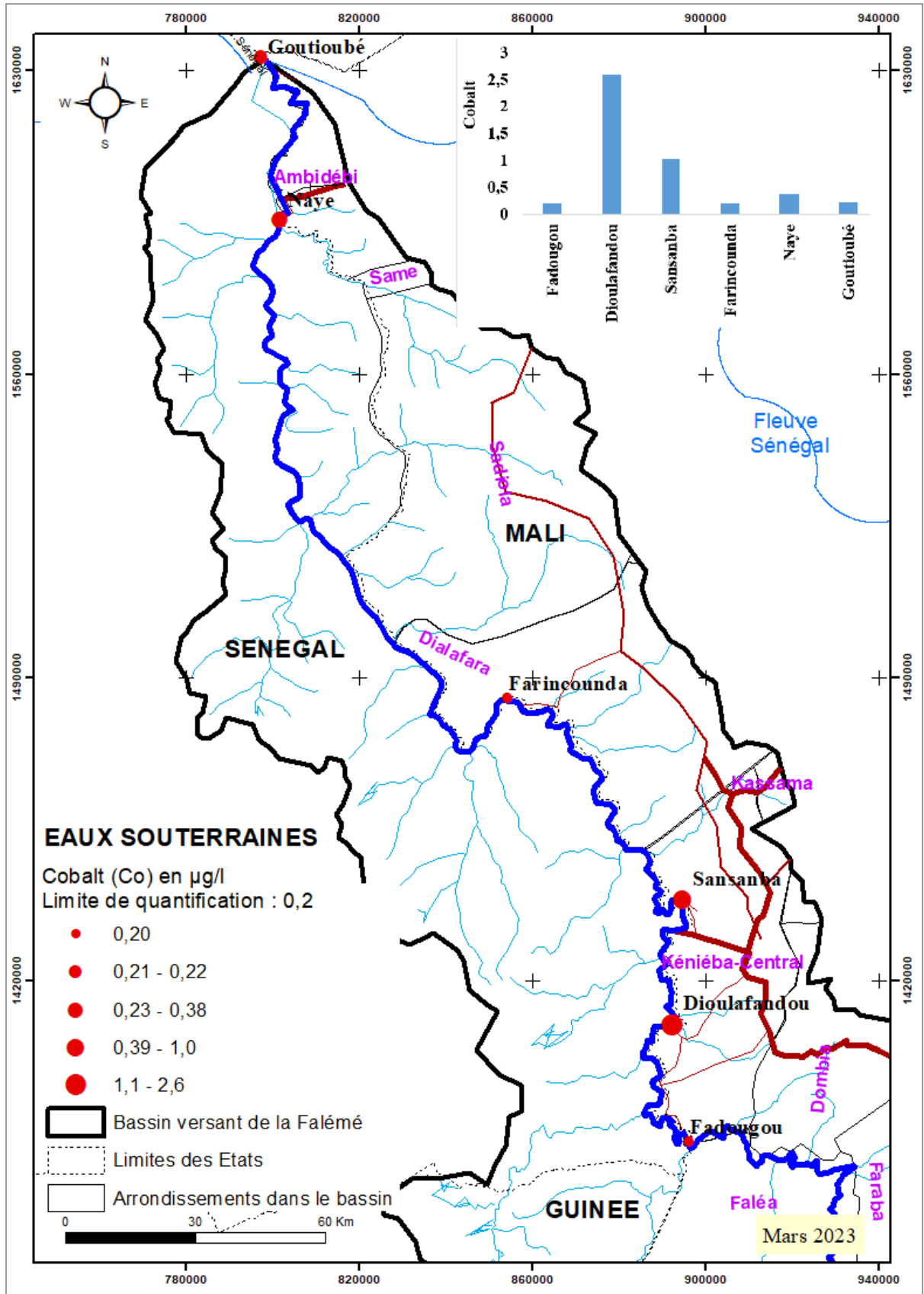


Figure 106 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le cobalt (Co)

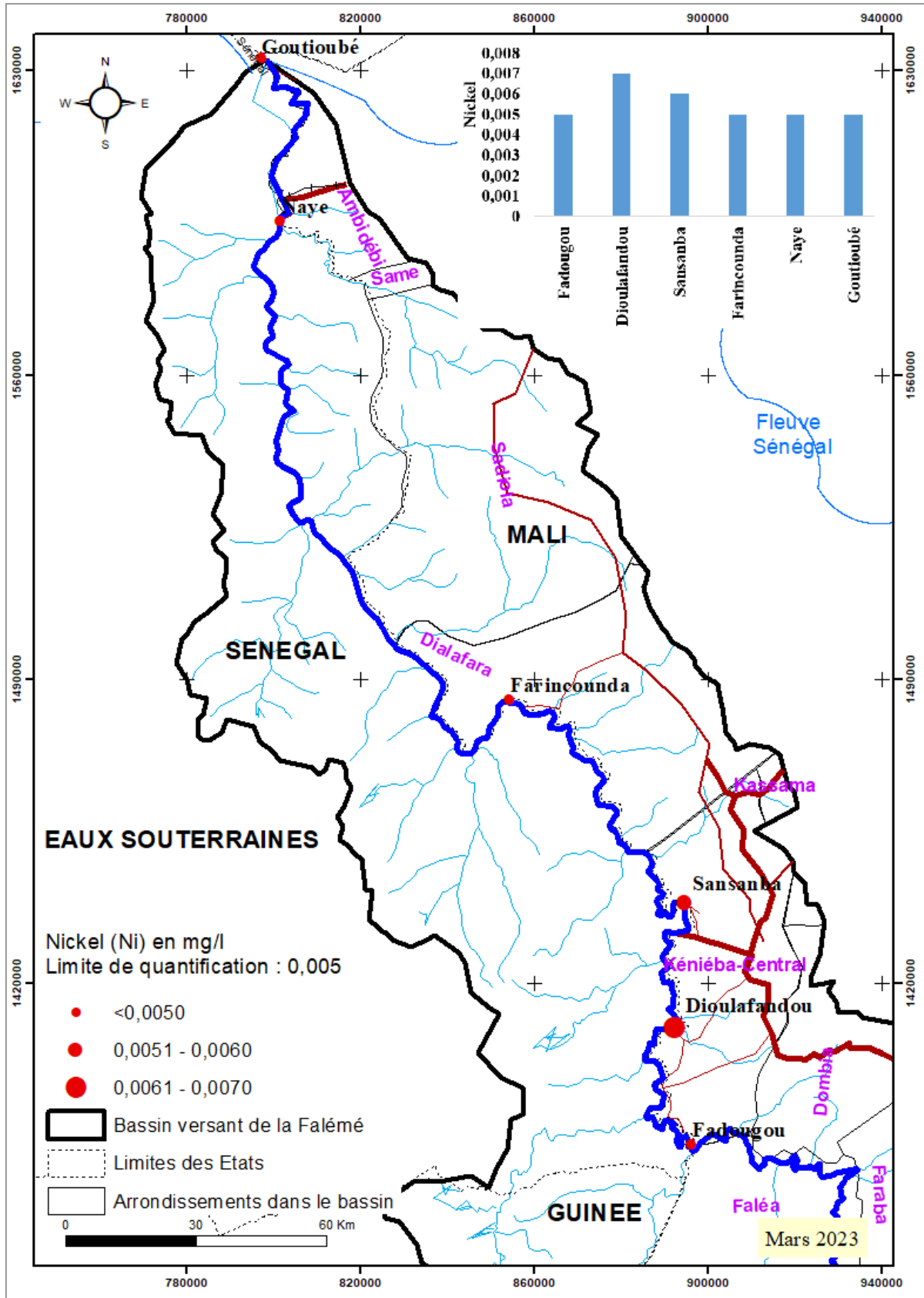


Figure 107 : Spatialisation de la pollution dans les eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne à travers le nickel (Ni)

- Pour les sédiments

Les cartes de spatialisation des teneurs dans les sédiments de la Falémé sont plus explicites que celles des eaux (Annexe 19). Ceci est probablement dû au fait que les éléments chimiques sont piégés pendant un temps plus long dans un sédiment que dans une eau qui s'écoule.

L'étain et les cyanures totaux n'ont pu être détectés dans les sédiments.

Par contre, les sédiments sont riches en aluminium, fer et magnésium, ce qui est normal puisque ces éléments chimiques appartiennent au substratum rocheux. Les sédiments contiennent du nickel, du cobalt, du chrome, du manganèse, du cuivre, du plomb, du zinc, de l'arsenic dans toutes les stations échantillonnées, surtout celles situées vers l'amont de la Falémé.

Le mercure a été trouvé dans les sédiments de Sansanba et de Farincounda (échantillons et doublons).

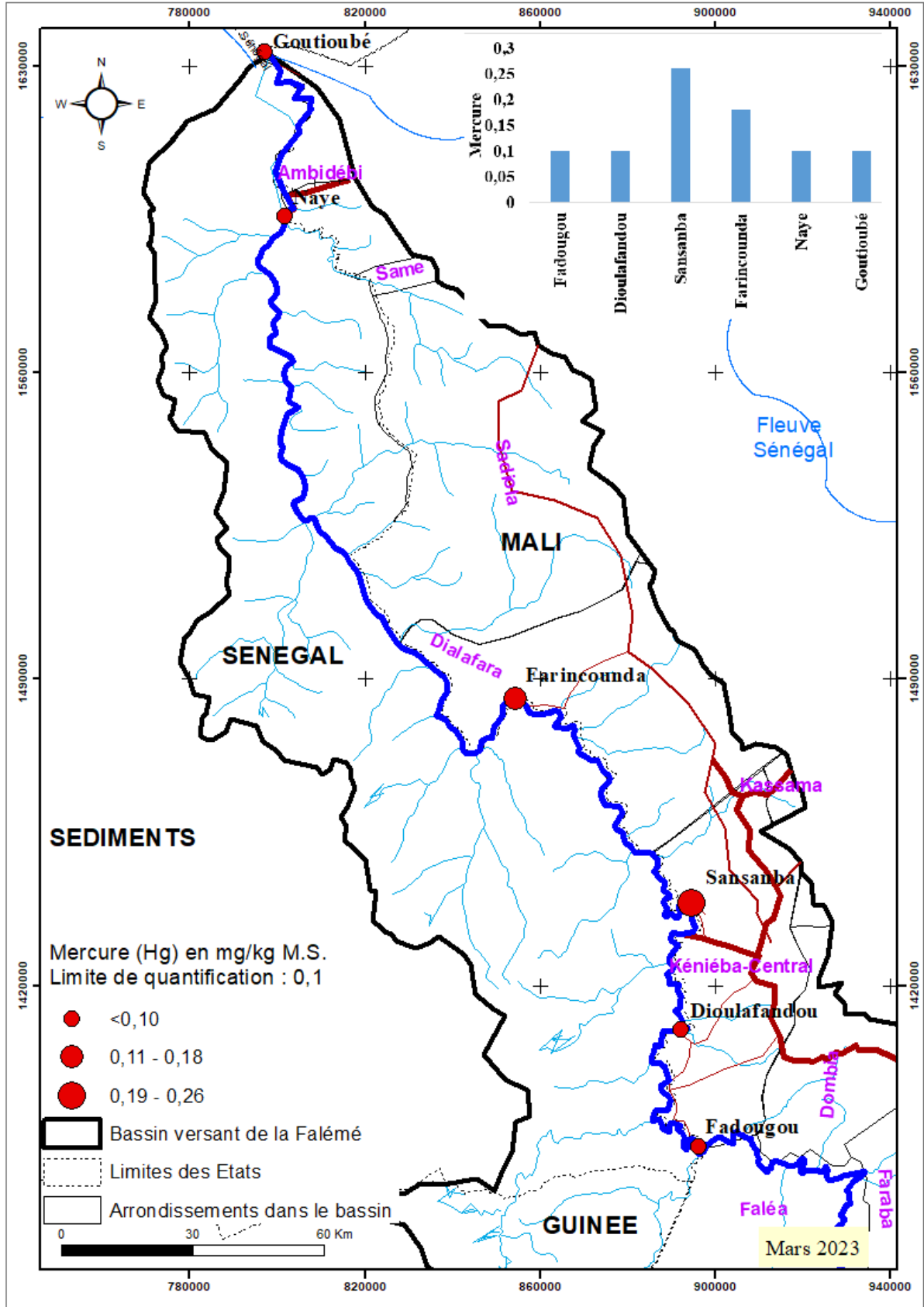


Figure 108 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Mercure (Hg)

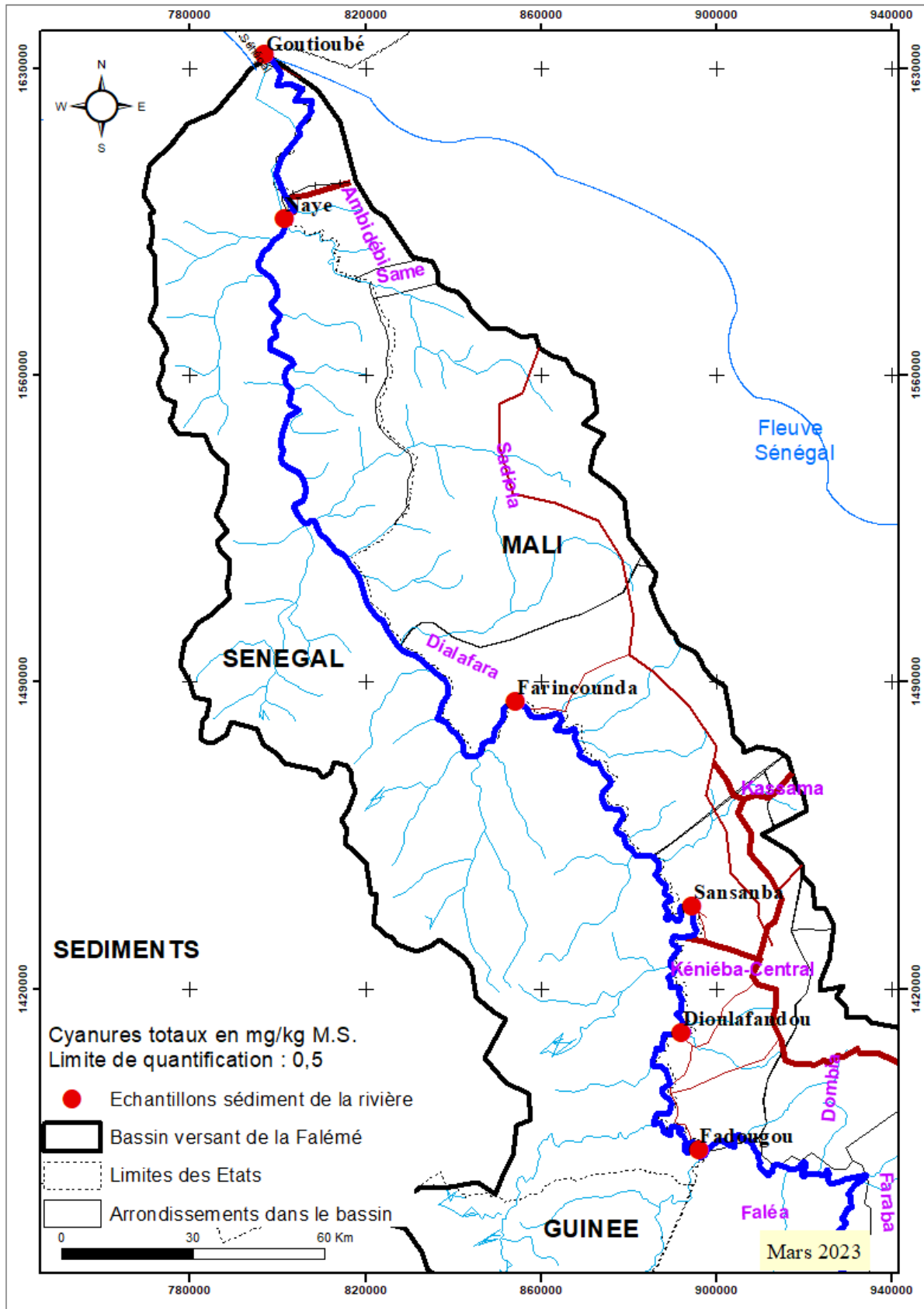


Figure 109 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cyanure (CN)

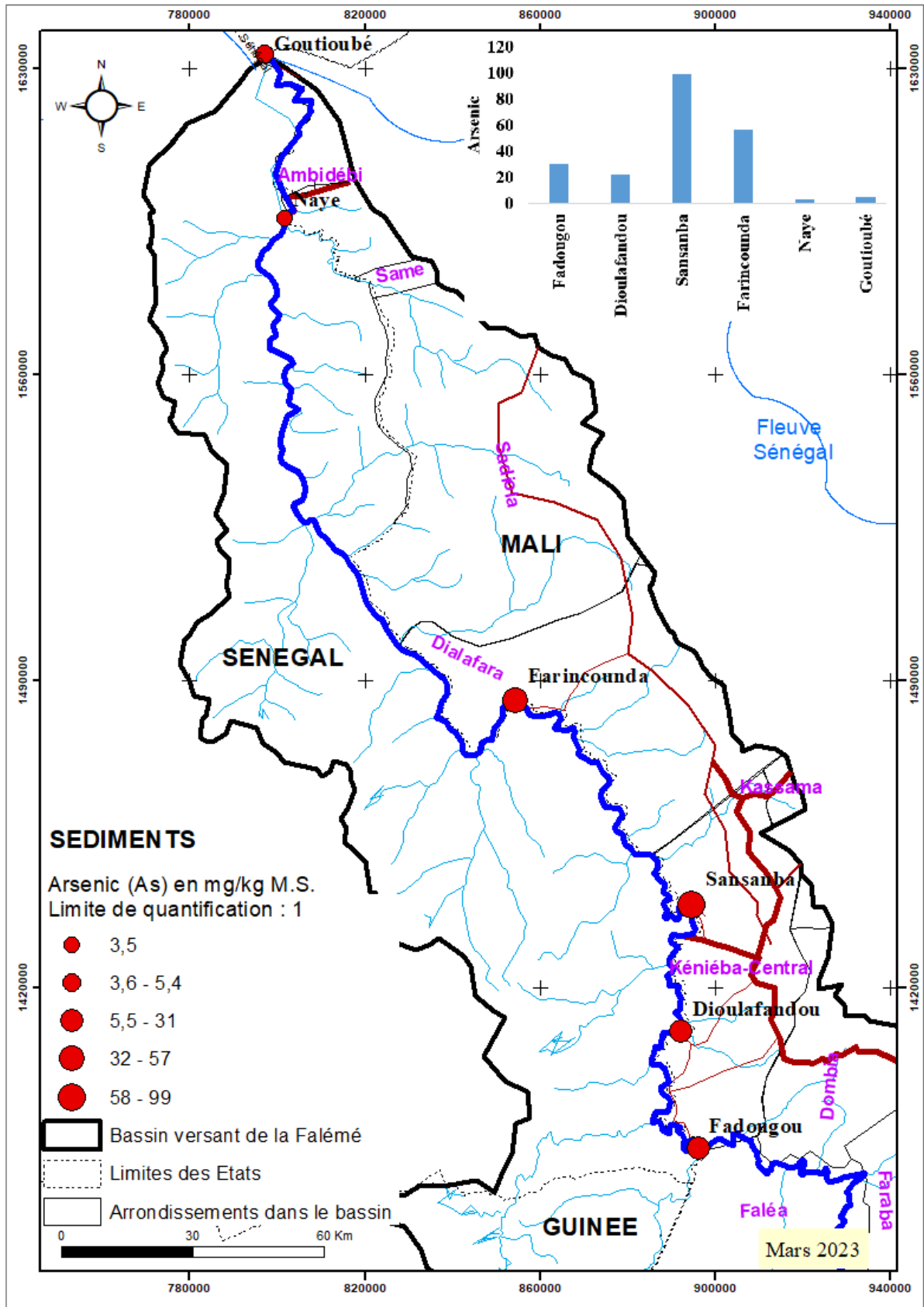


Figure 110 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers l'Arsenic (As)

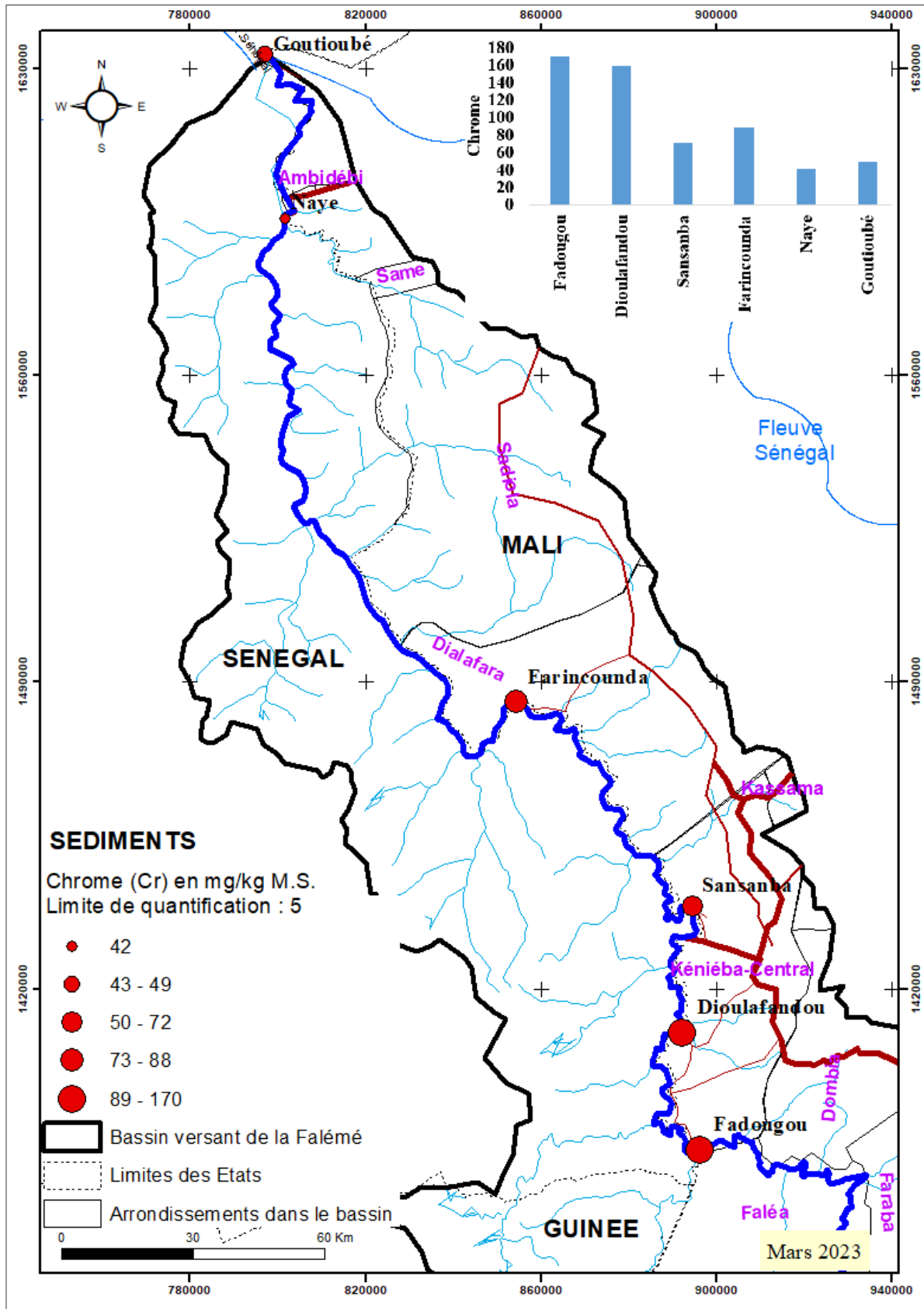


Figure 111 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Chrome (Cr)

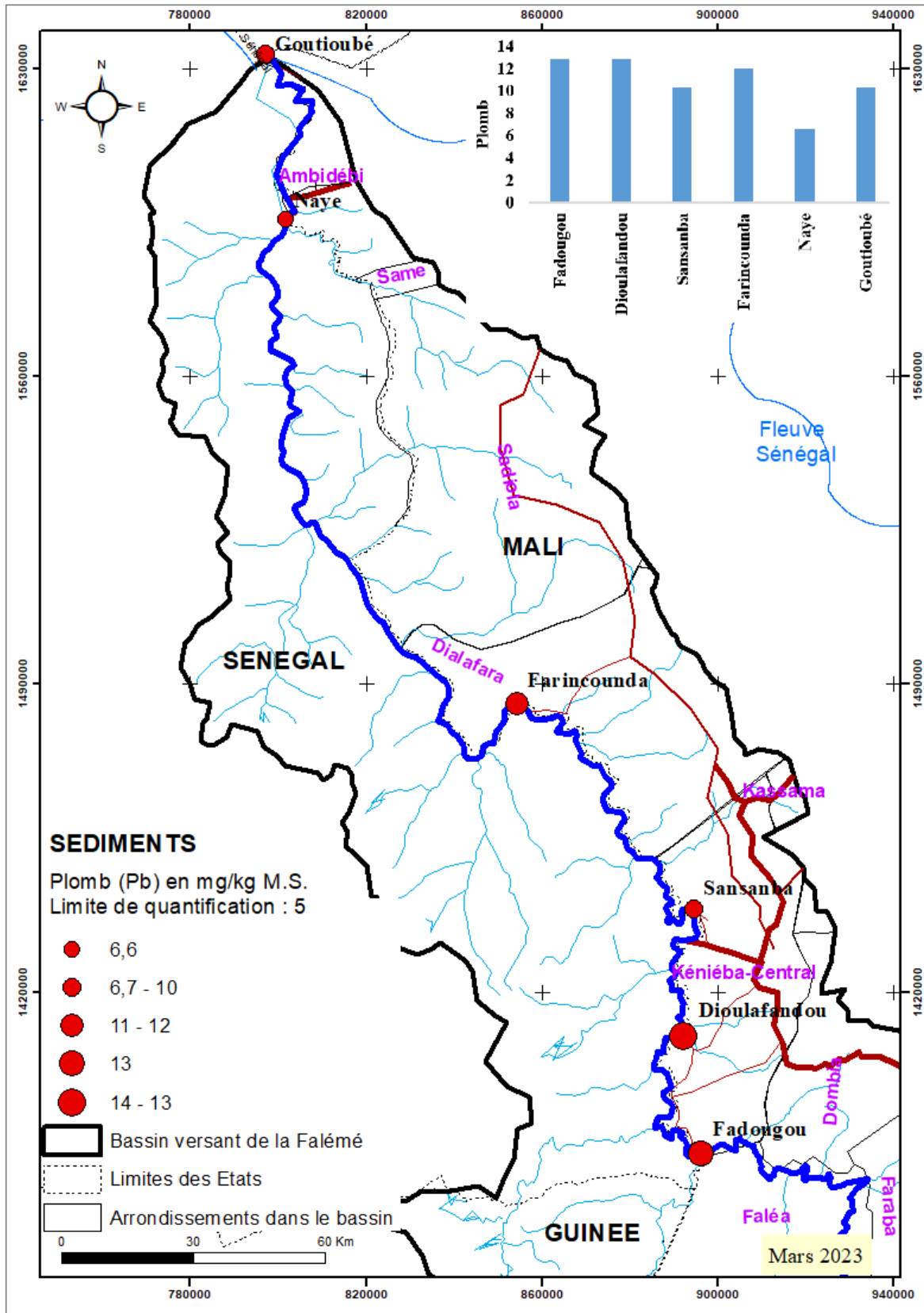


Figure 112 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Plomb (Pb)

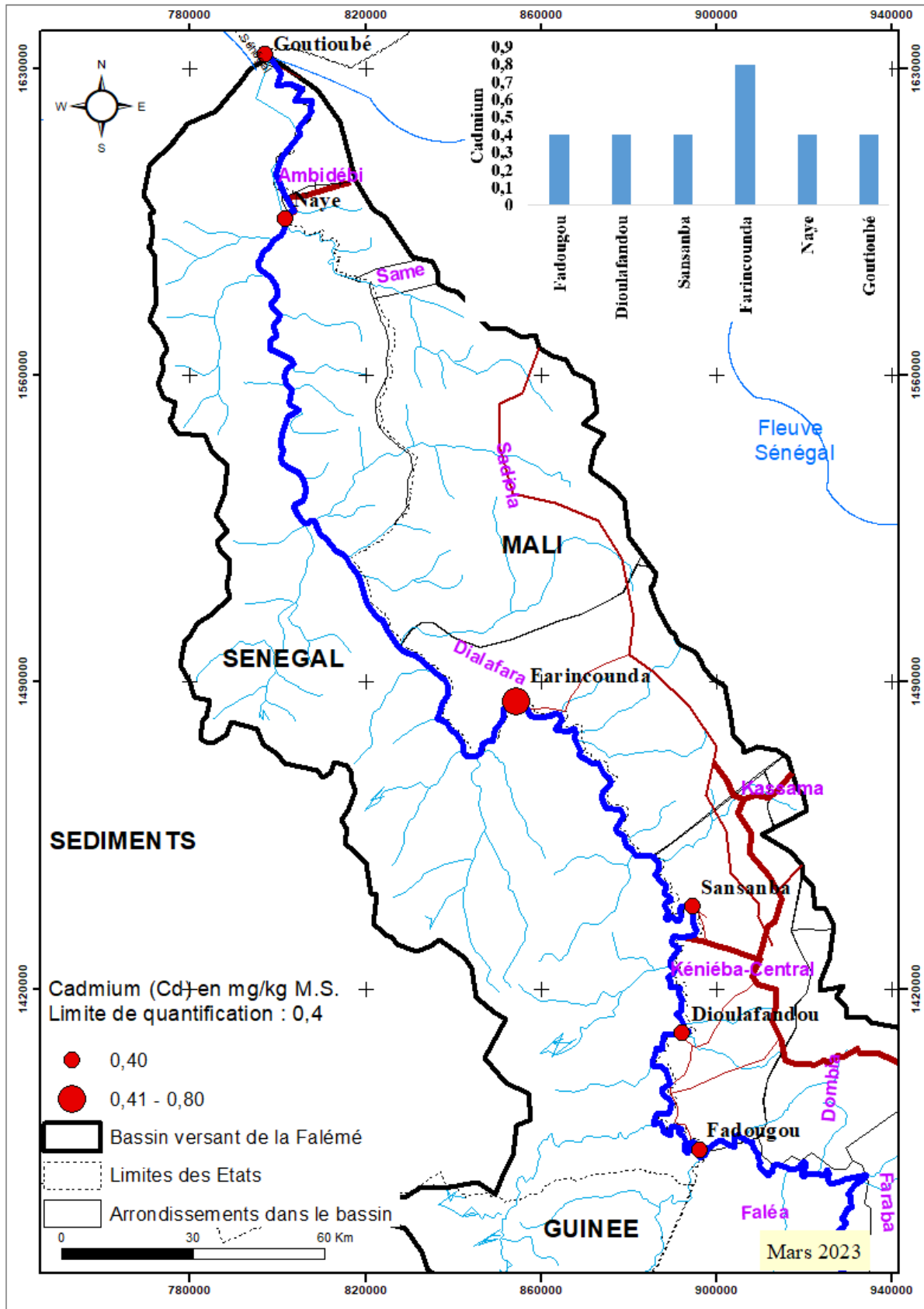


Figure 113 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cadmium (Cd)

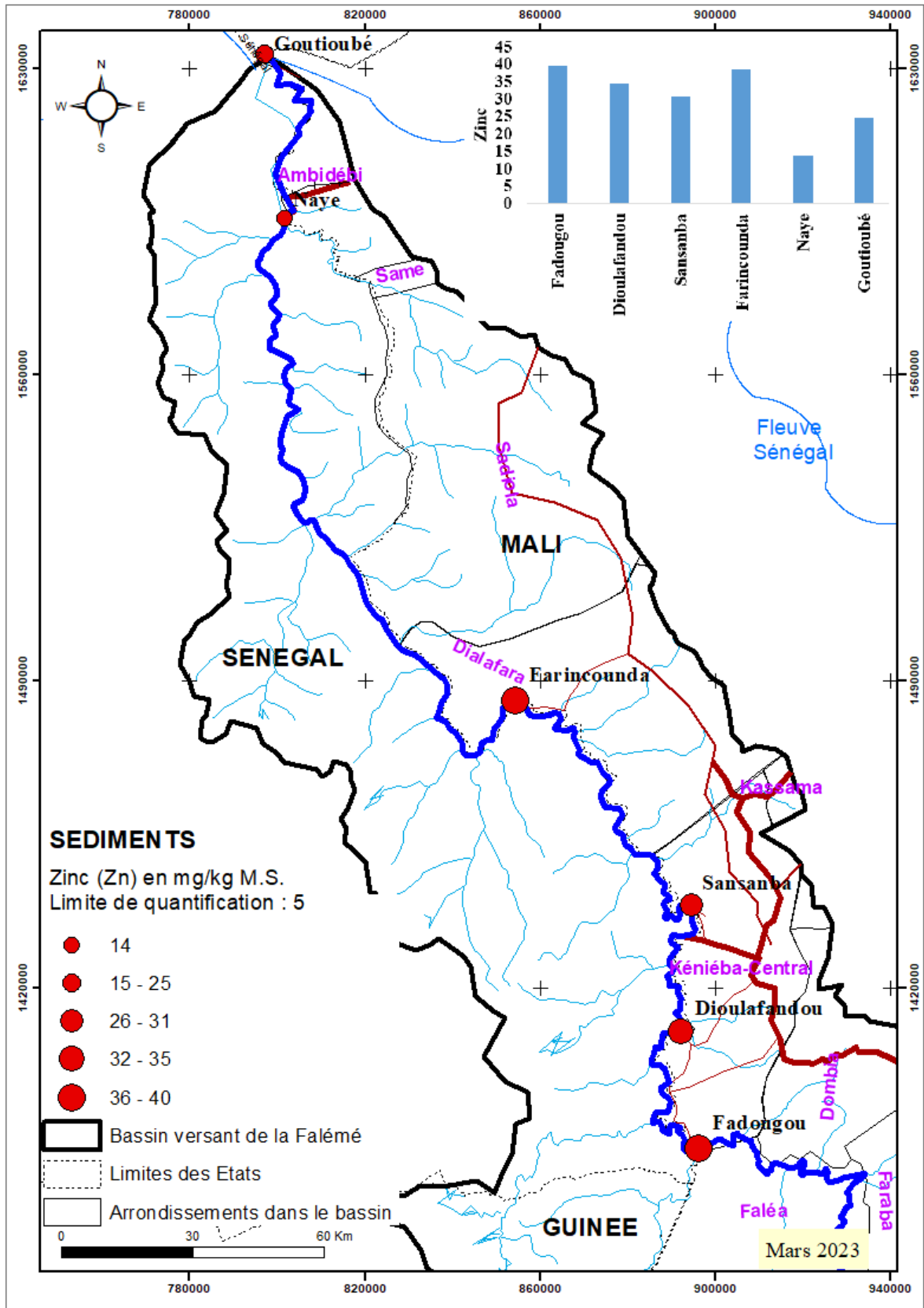


Figure 114 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Zinc (Zn)

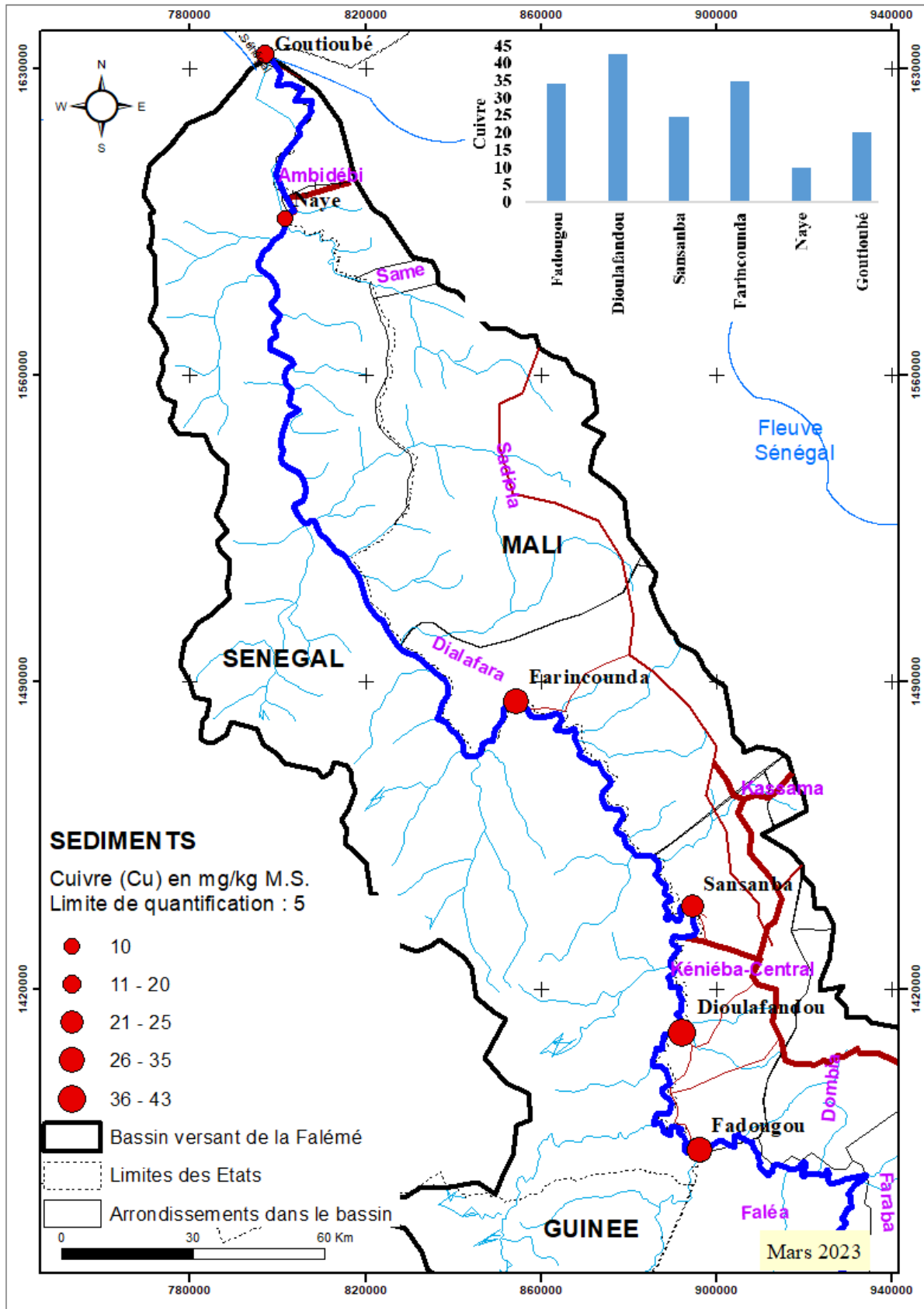


Figure 115 : Spatialisation de la pollution dans les sédiments de la Falémé en rive malienne à travers le Cuivre (Cu)

4.5.1.2 Cartes des mesures physico-chimiques sur le terrain

La cartographie des principaux paramètres physico-chimiques mesurés sur le terrain avec la sonde multi-paramètres est présentée ci-après pour les eaux de surface et les eaux de profondeur.

- Pour les eaux de surface

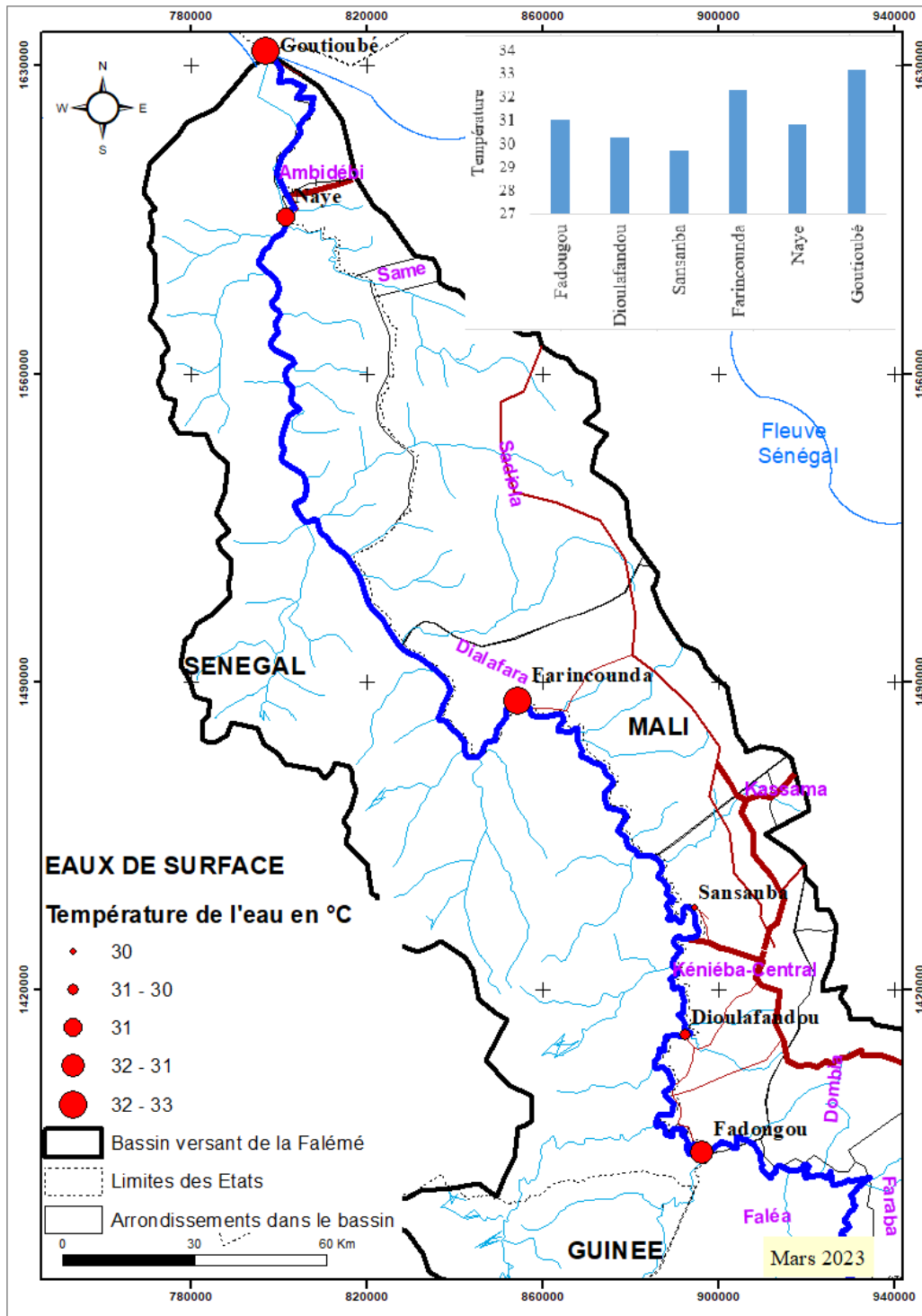


Figure 116 : Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne

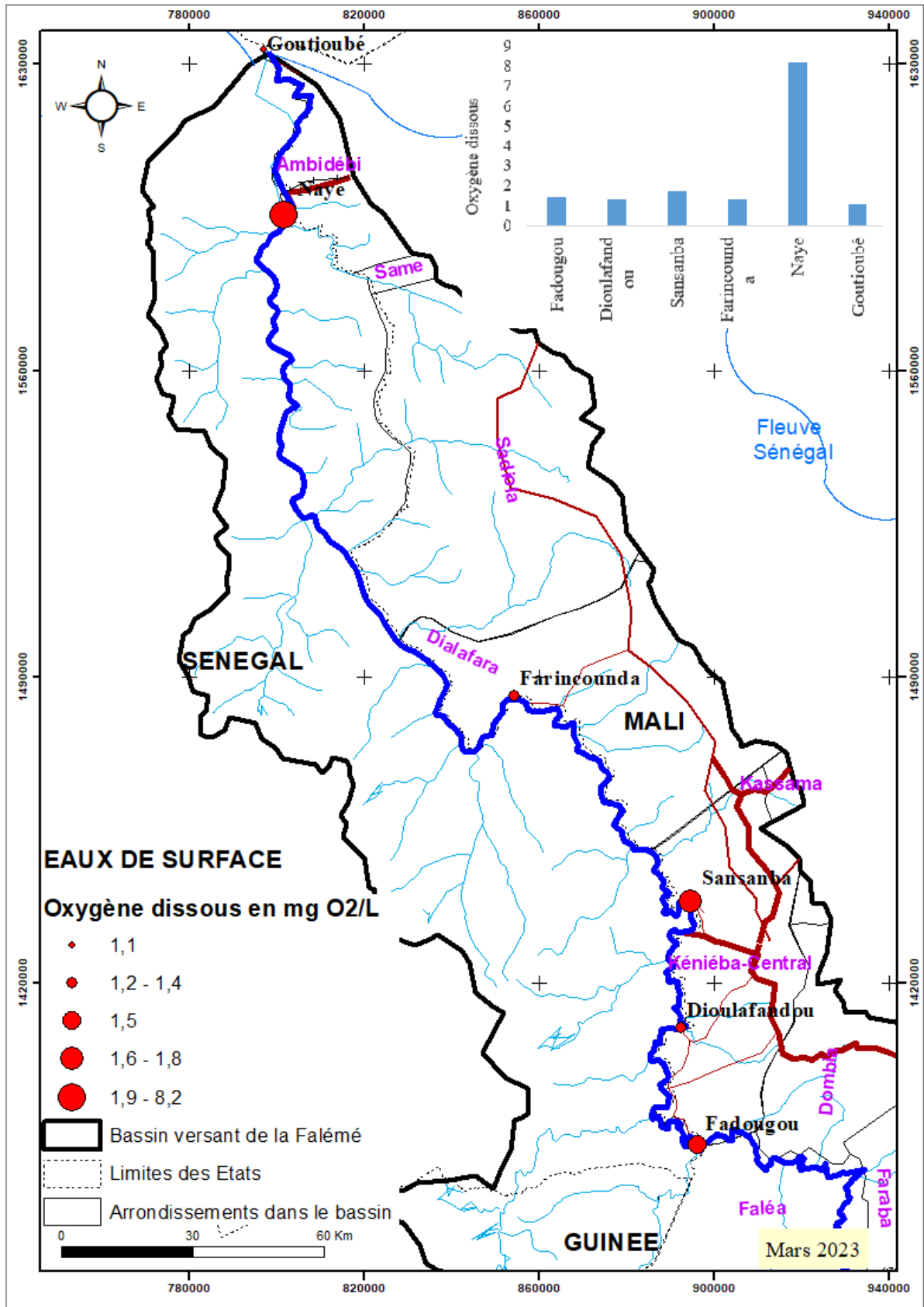


Figure 117 : Spatialisation de l’oxygène dissous dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne

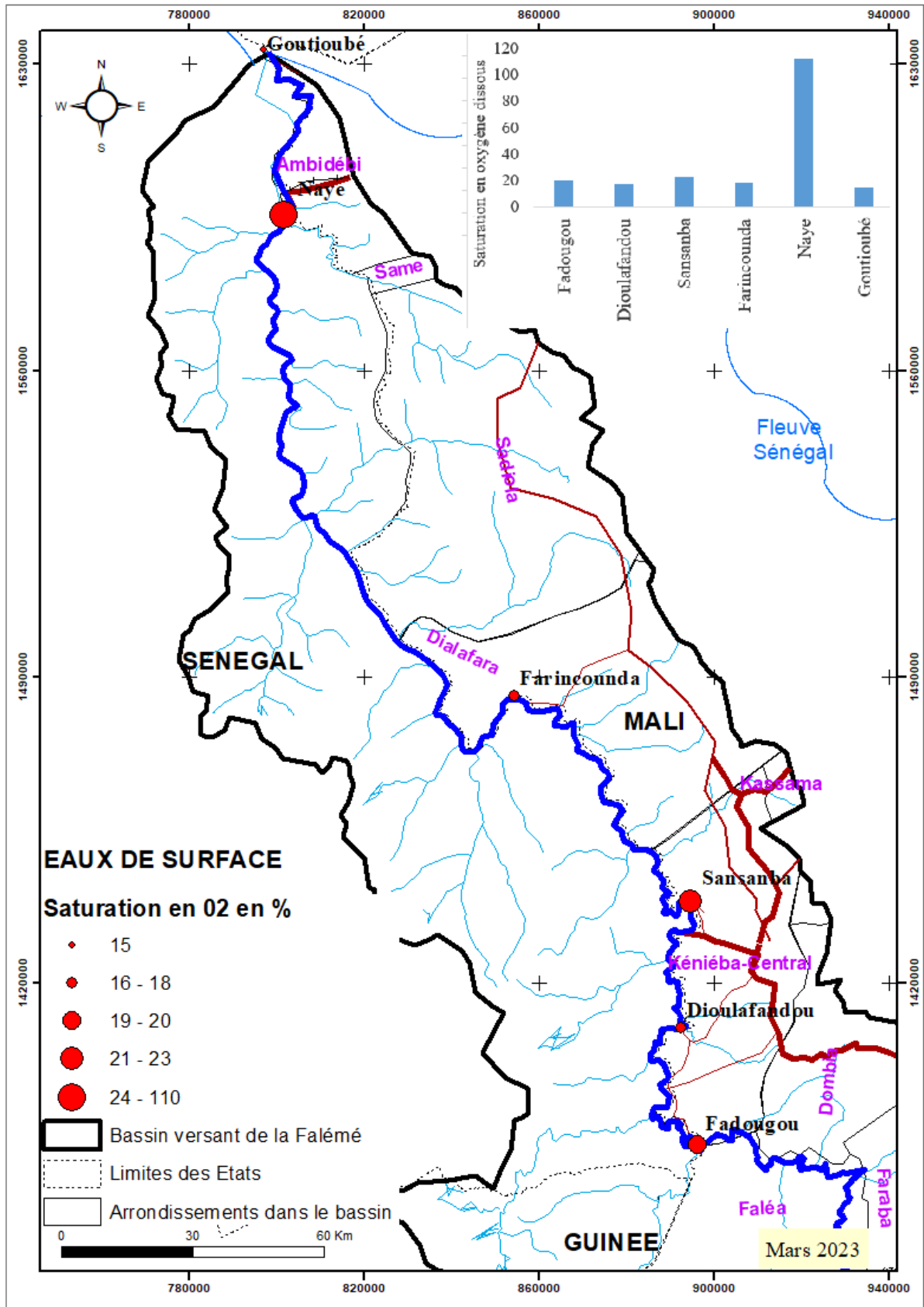


Figure 118 : Spatialisation de la saturation en oxygène (%) dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne

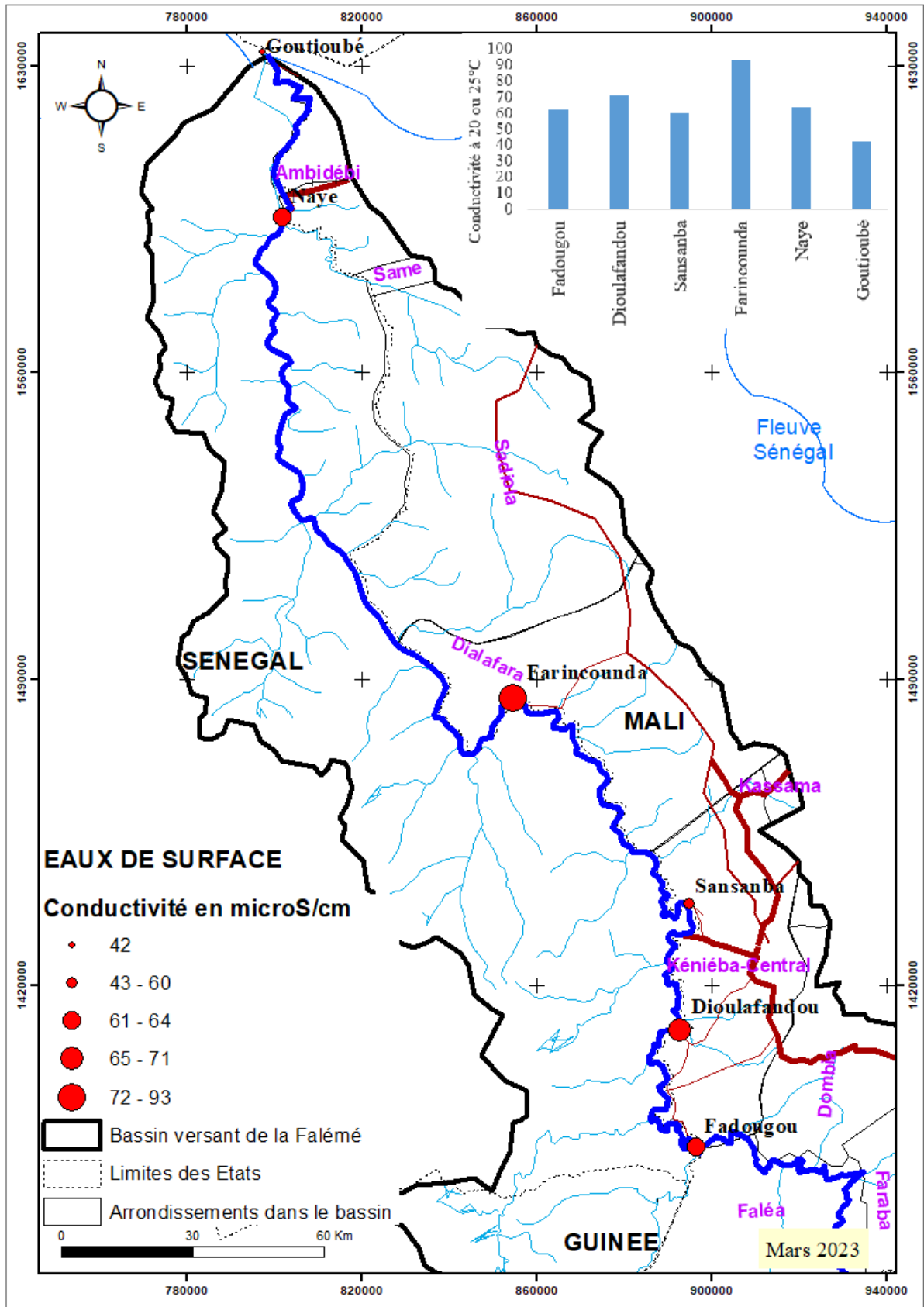


Figure 119 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé, en rive malienne

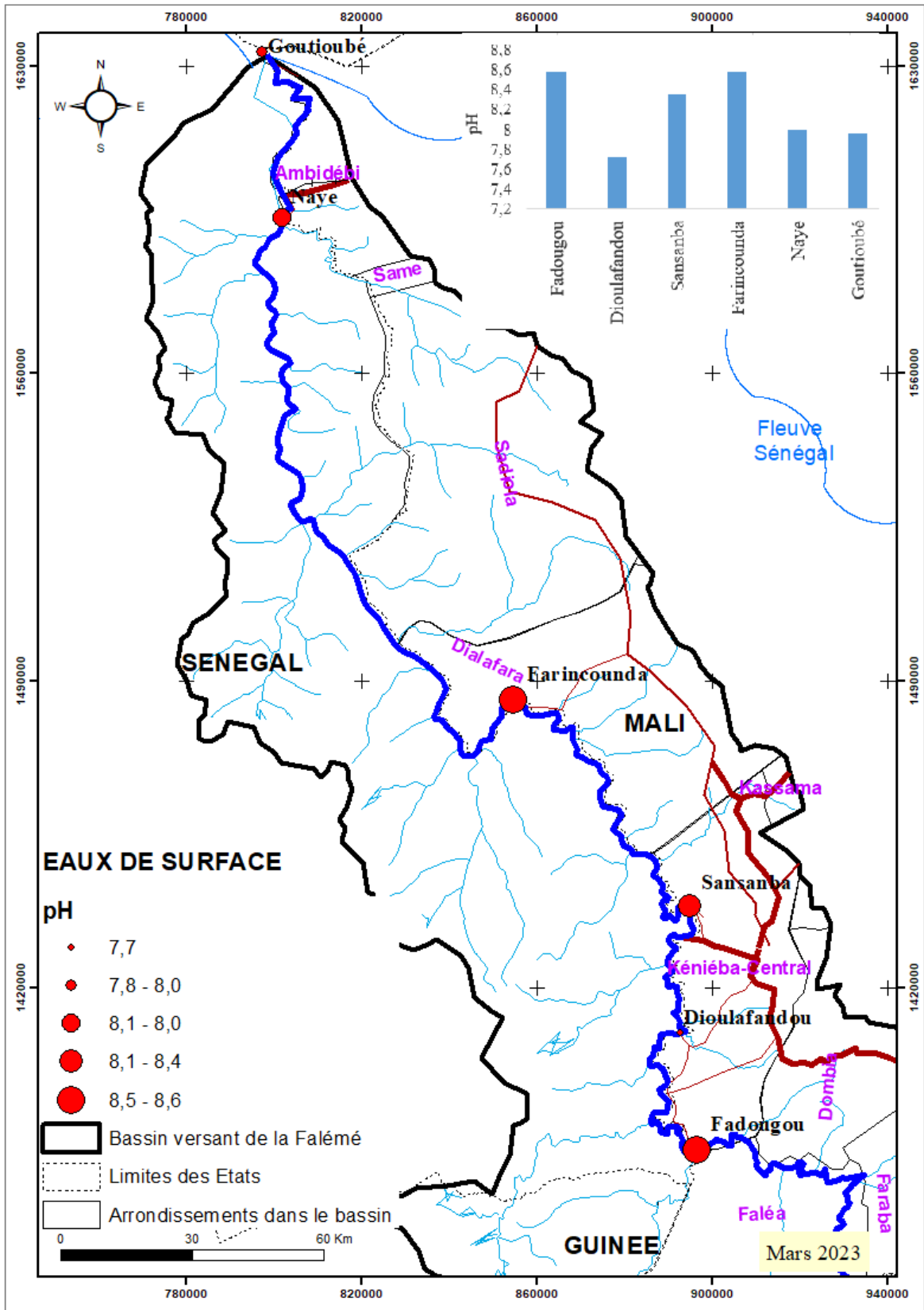


Figure 120 : Spatialisation du pH dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne

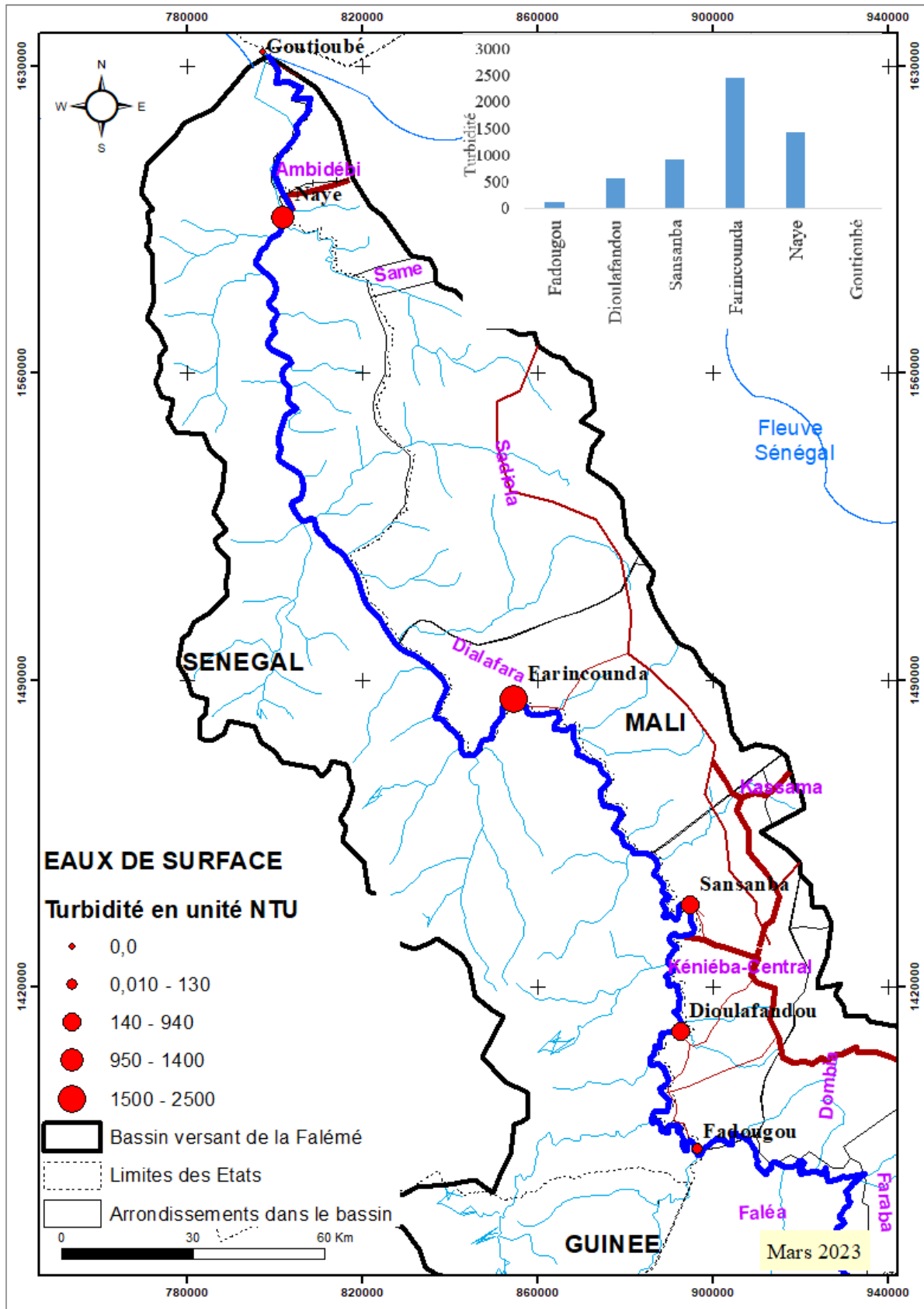


Figure 121 : Spatialisation de la turbidité dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne

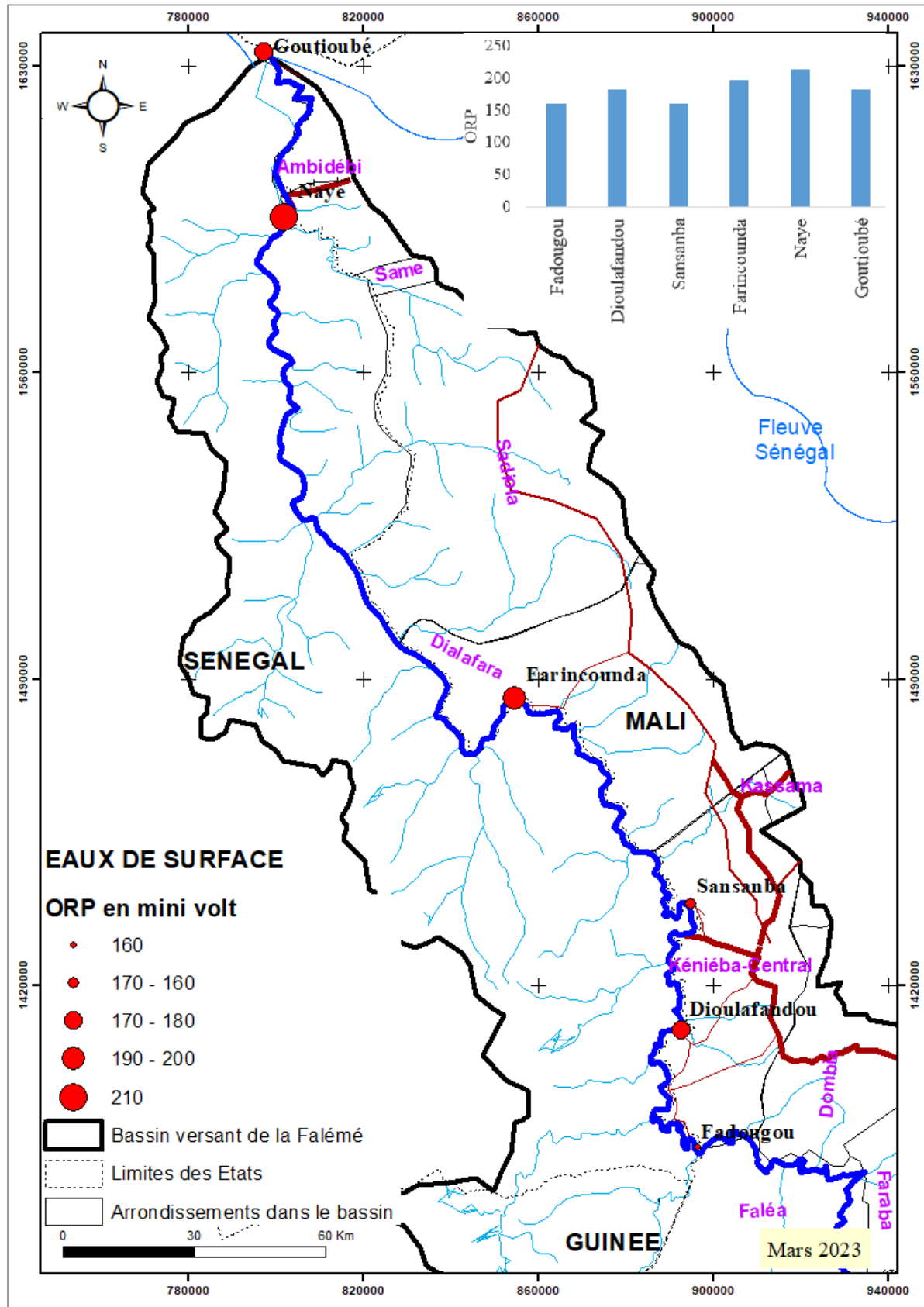
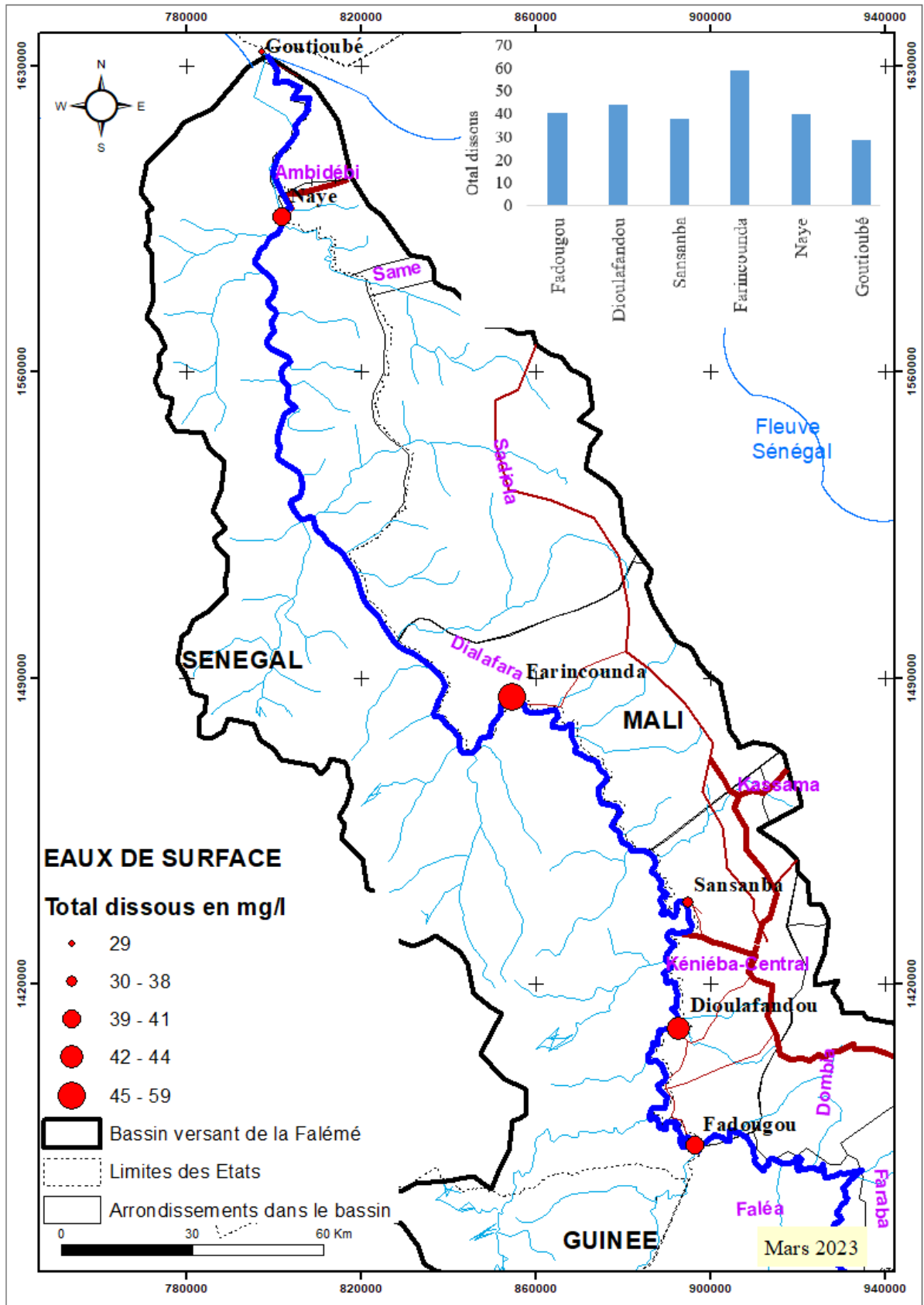


Figure 122 : Spatialisation du potentiel Redox dans les eaux de surface du bassin de la Falémé en rive malienne



■ Pour les eaux de profondeur

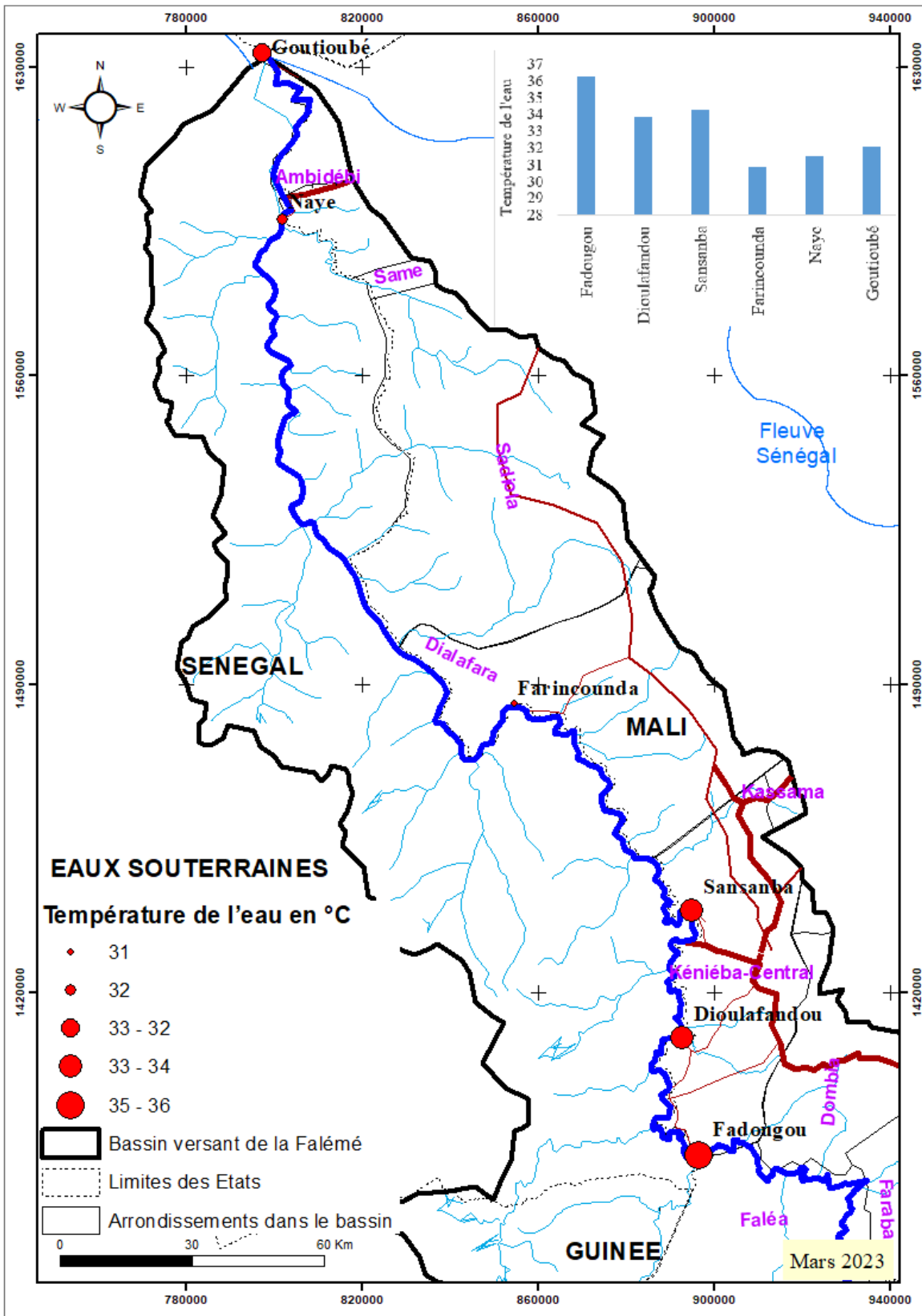


Figure 124 : Spatialisation de la température de l'eau dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

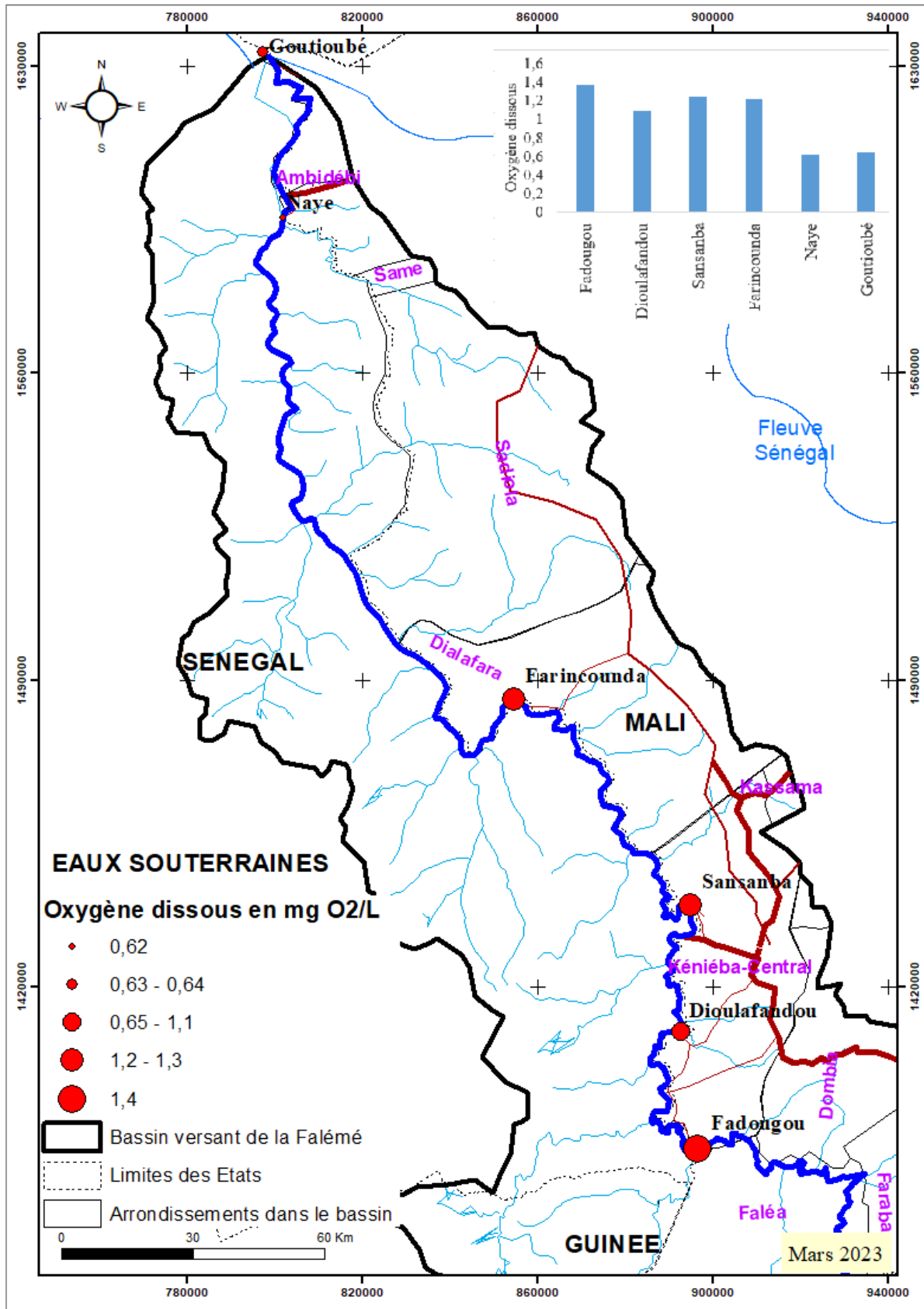


Figure 125 : Spatialisation de l'oxygène dissous dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

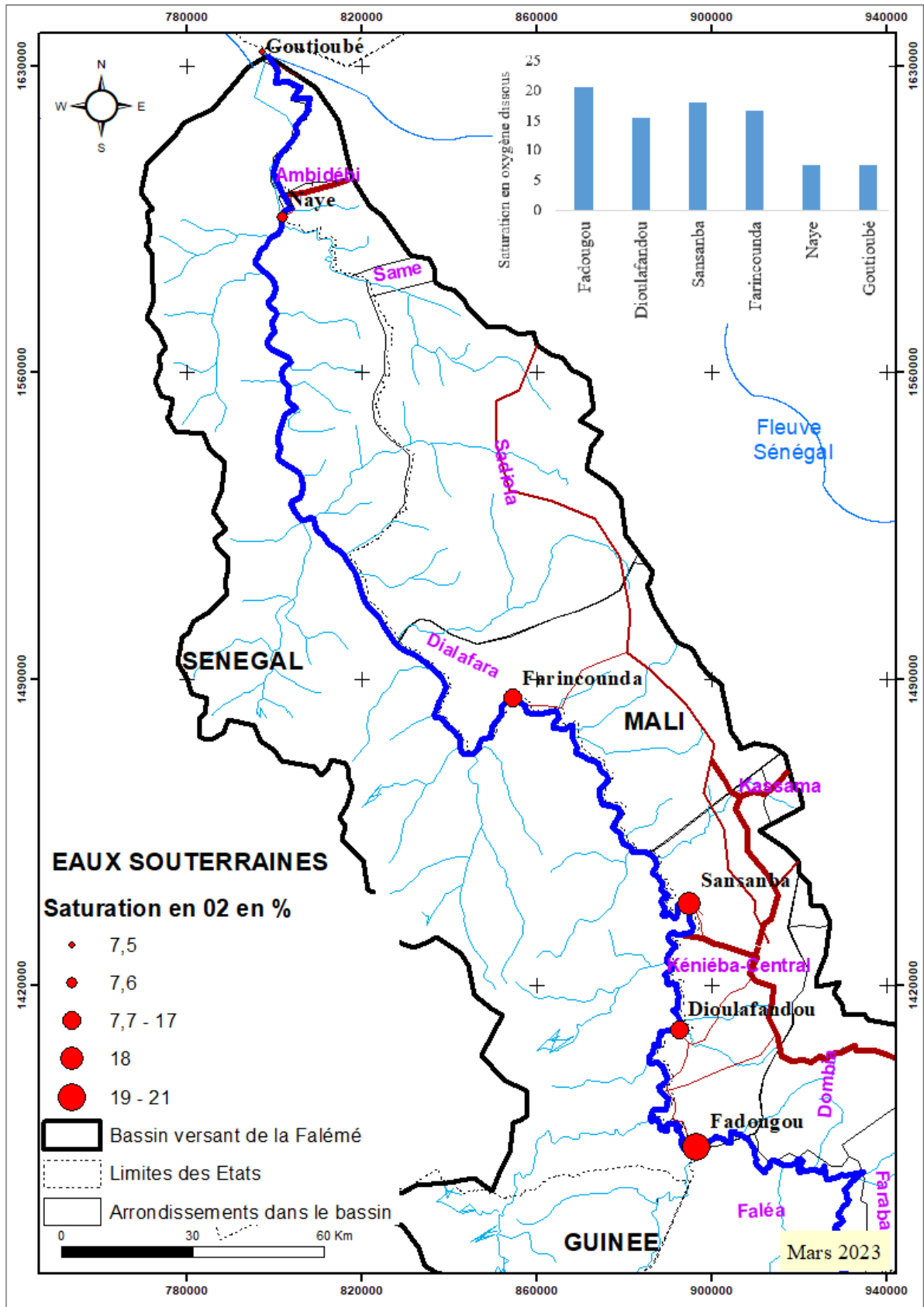


Figure 126 : Spatialisation de la saturation en oxygène en % dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

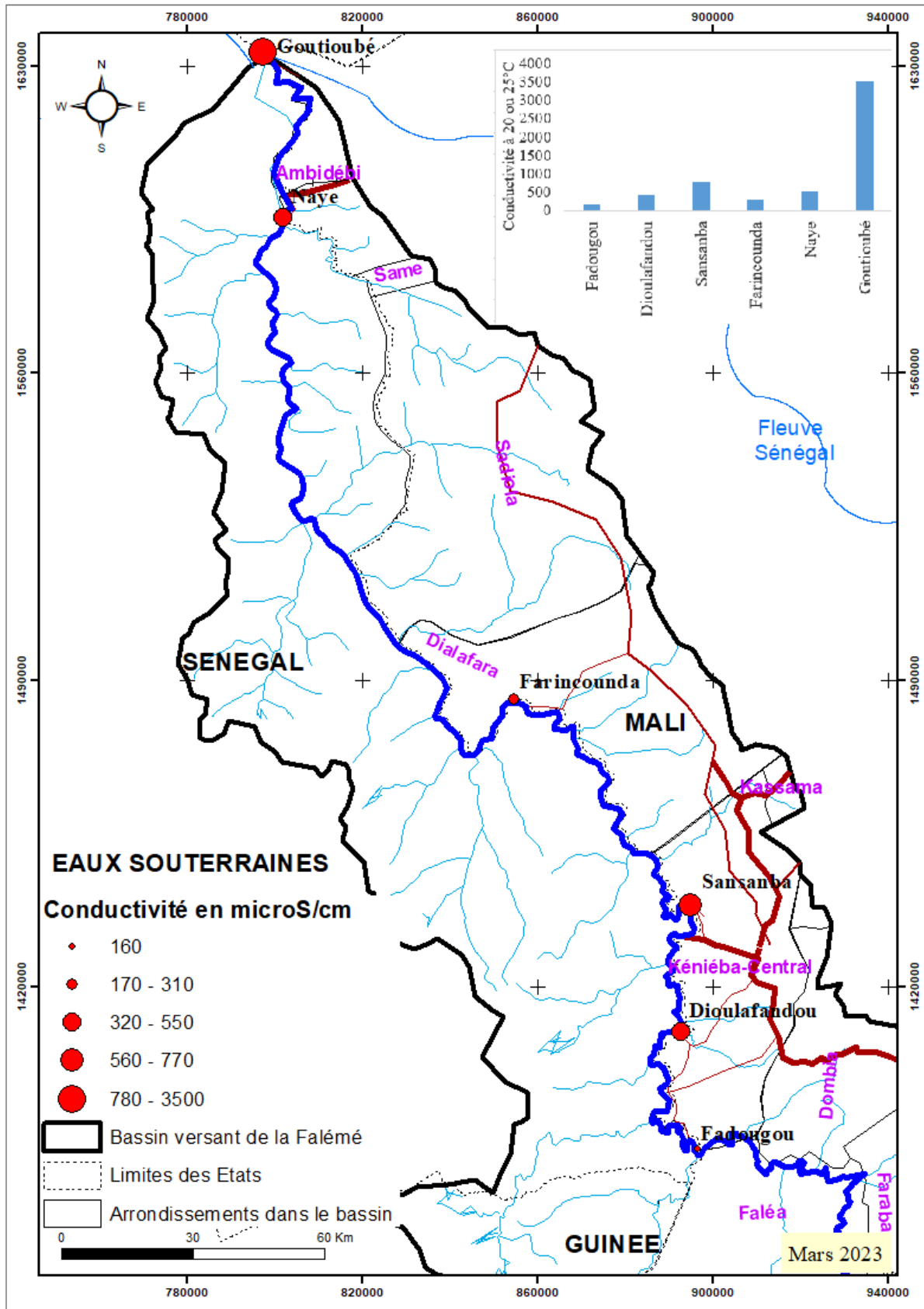


Figure 127 : Spatialisation de la conductivité dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

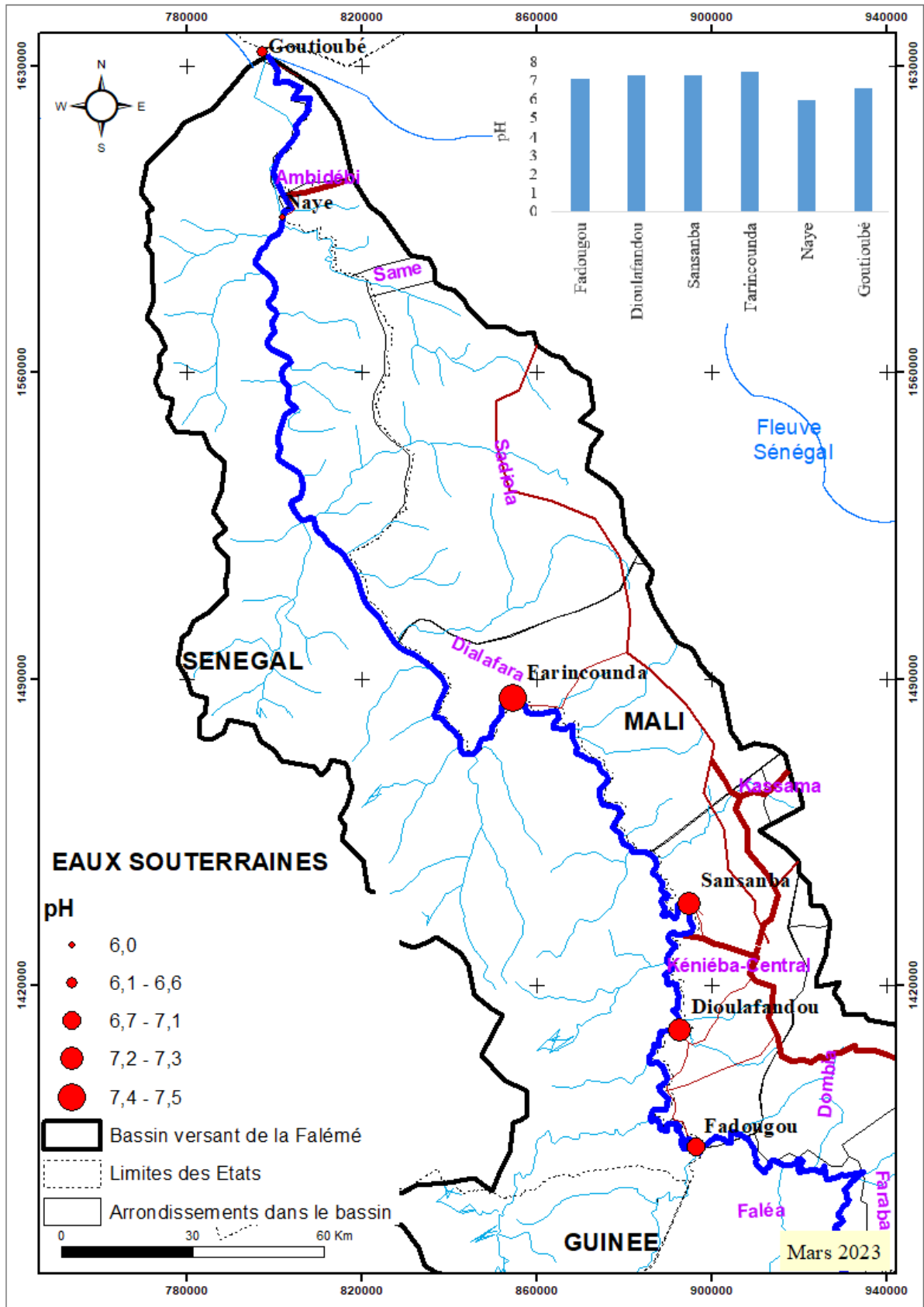


Figure 128 : Spatialisation du pH dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

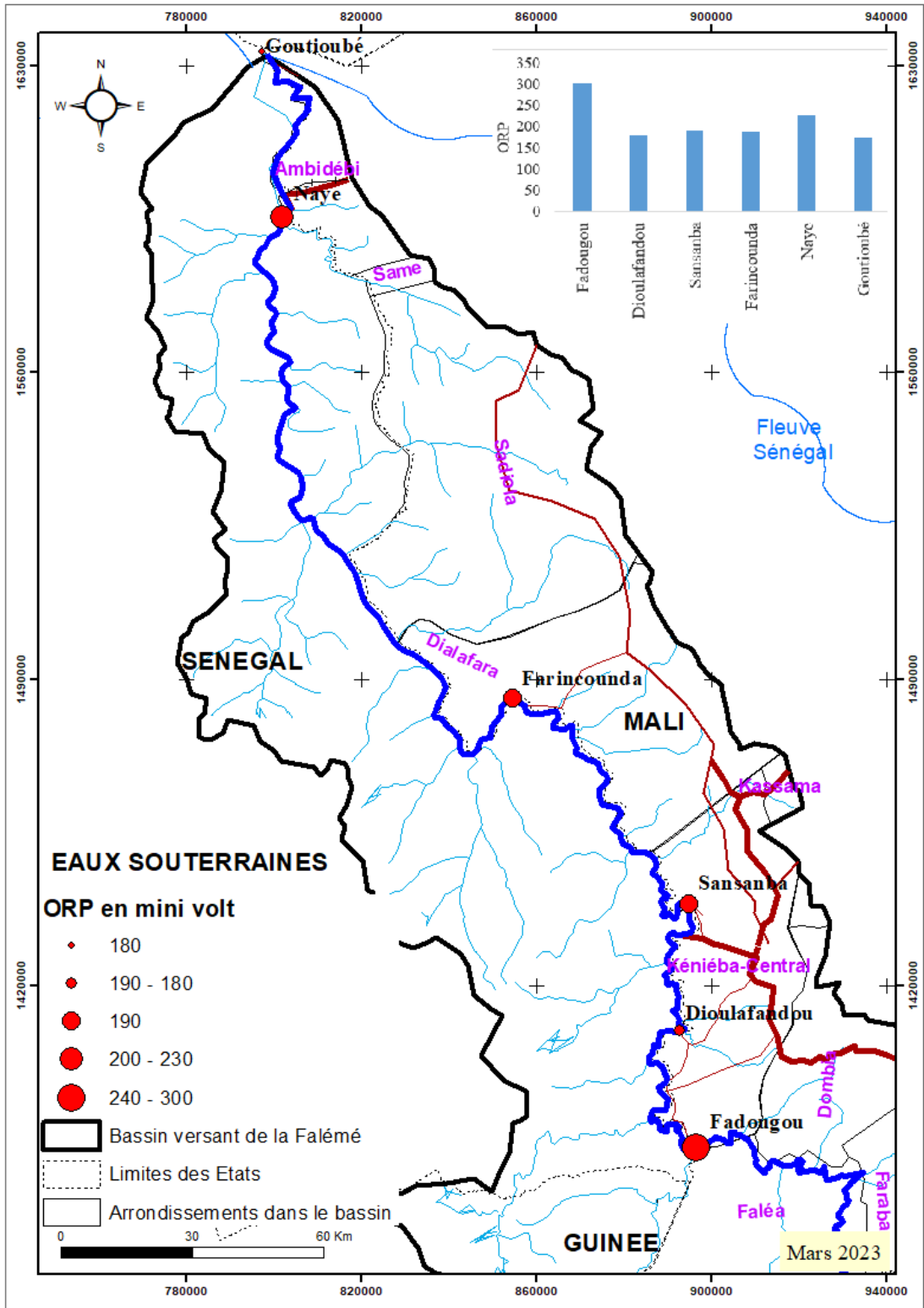


Figure 129 : Spatialisation du potentiel Redox dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

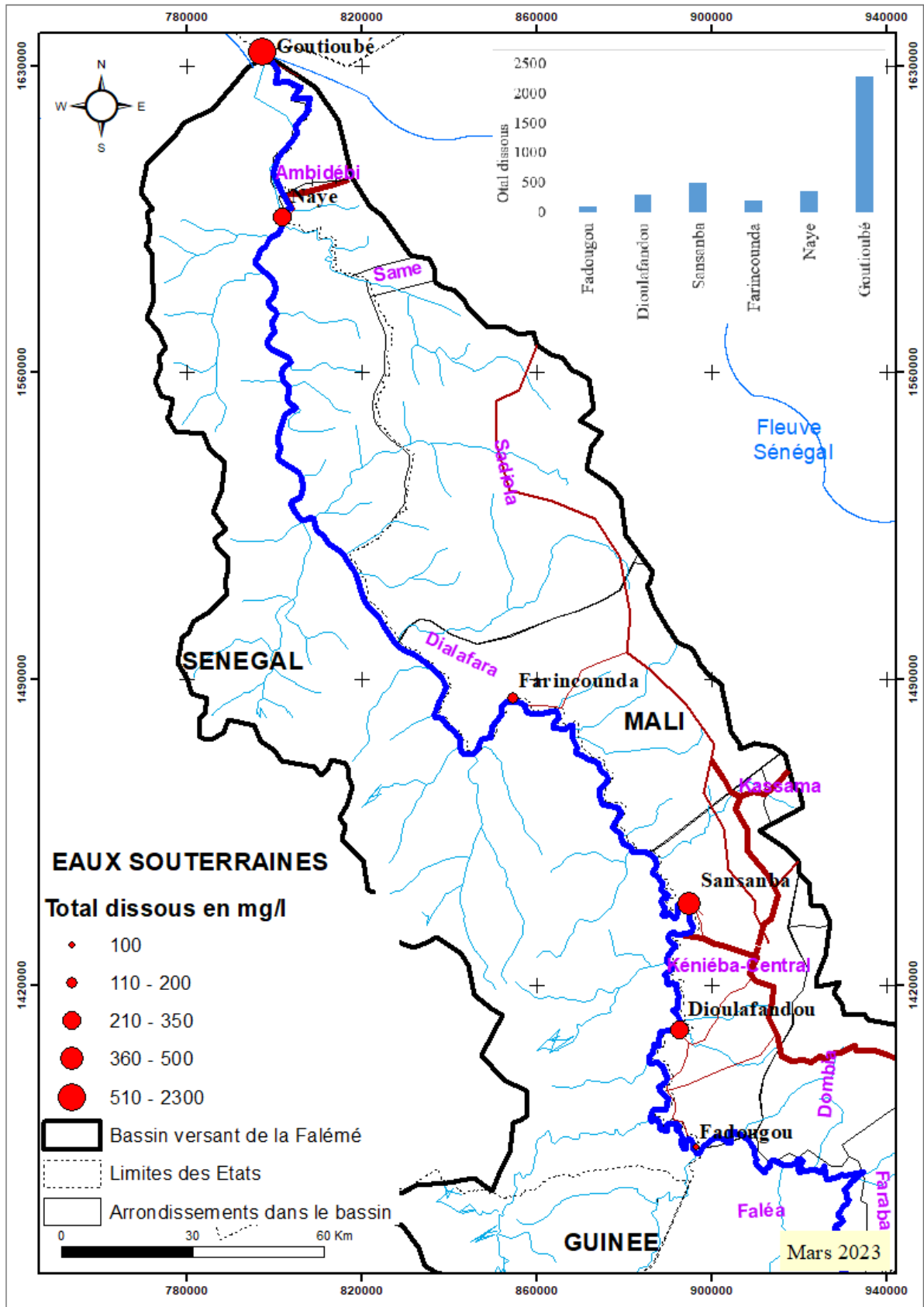


Figure 130 : Spatialisation du TDS Total Dissous en mg/L dans les eaux de profondeur du bassin de la Falémé en rive malienne

4.5.2 Localisation des zones où le niveau de pollution / contamination est le plus élevé

Pour localiser les zones où le niveau de pollution est le plus important, il est possible de raisonner sur des coupes Sud-Nord de la Falémé, à la fois pour les teneurs en métaux dans les sédiments et pour celles des eaux de surface.

4.5.3 Evaluation de l'impact géographique de la pollution avec les principaux polluants présents.

L'impact des activités d'orpaillage pourrait idéalement être mis en évidence, comme cela a été précédemment fait avec d'autres auteurs, par des concentrations de mercure et de cyanures totaux importantes, si les prélèvements avaient été fait près des huttes d'amalgamation ou des bassins de lixiviation sur les lieux d'orpaillage. Mais la stratégie d'échantillonnage a faite de façon à "détecter" les zones impactées par les activités d'orpaillage. Ainsi, les analyses n'indiquent que très peu de "points chauds", mais montrent la zone où la rivière Falémé est réellement impactée (son eau et ses sédiments), comme le demandait les termes de références du présent projet.

- Dans les eaux.

Comme pour la rive sénégalaise, on observe que les maximas de concentrations dans les eaux de surface se situent à la hauteur des mêmes stations, Sansanba (Sakola Bada) et Farincounda ; ces stations sont plutôt situées en amont du cours de la Falémé. Ainsi, Al, Fe et Mg sont aussi en concentrations élevées dans cette même zone de la rivière (Figure 131), de même que Ni, Co (Figure 132). Les concentrations en Na soluble croissent régulièrement d'amont vers l'aval. A Gouthioubé, les concentrations en métaux lourds ou en anions-cations sont très faibles ou non détectables avec la méthode utilisée, que ce soit dans les eaux de surface ou de profondeur.

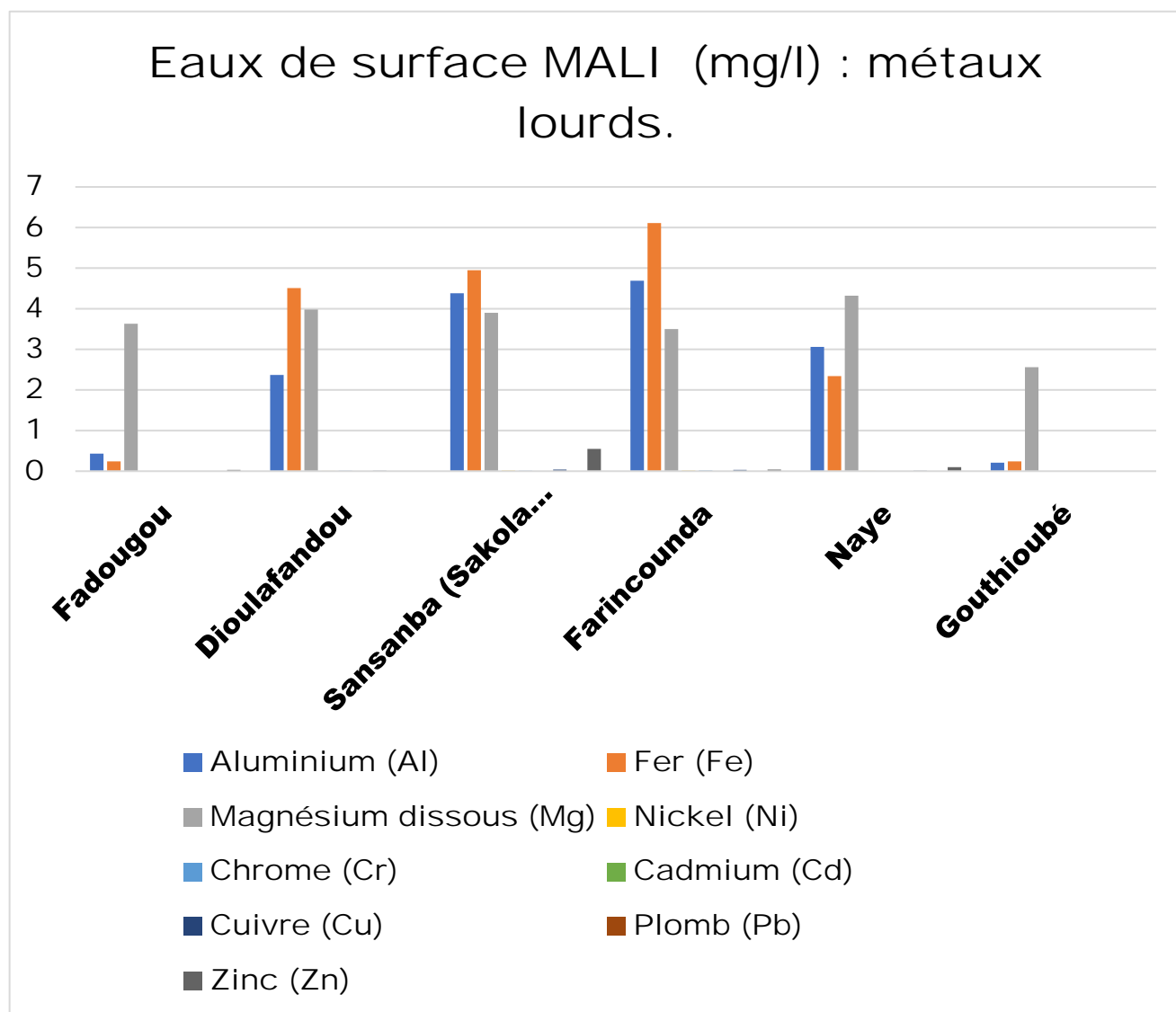


Figure 131 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé en rive malienne (en mg/l)

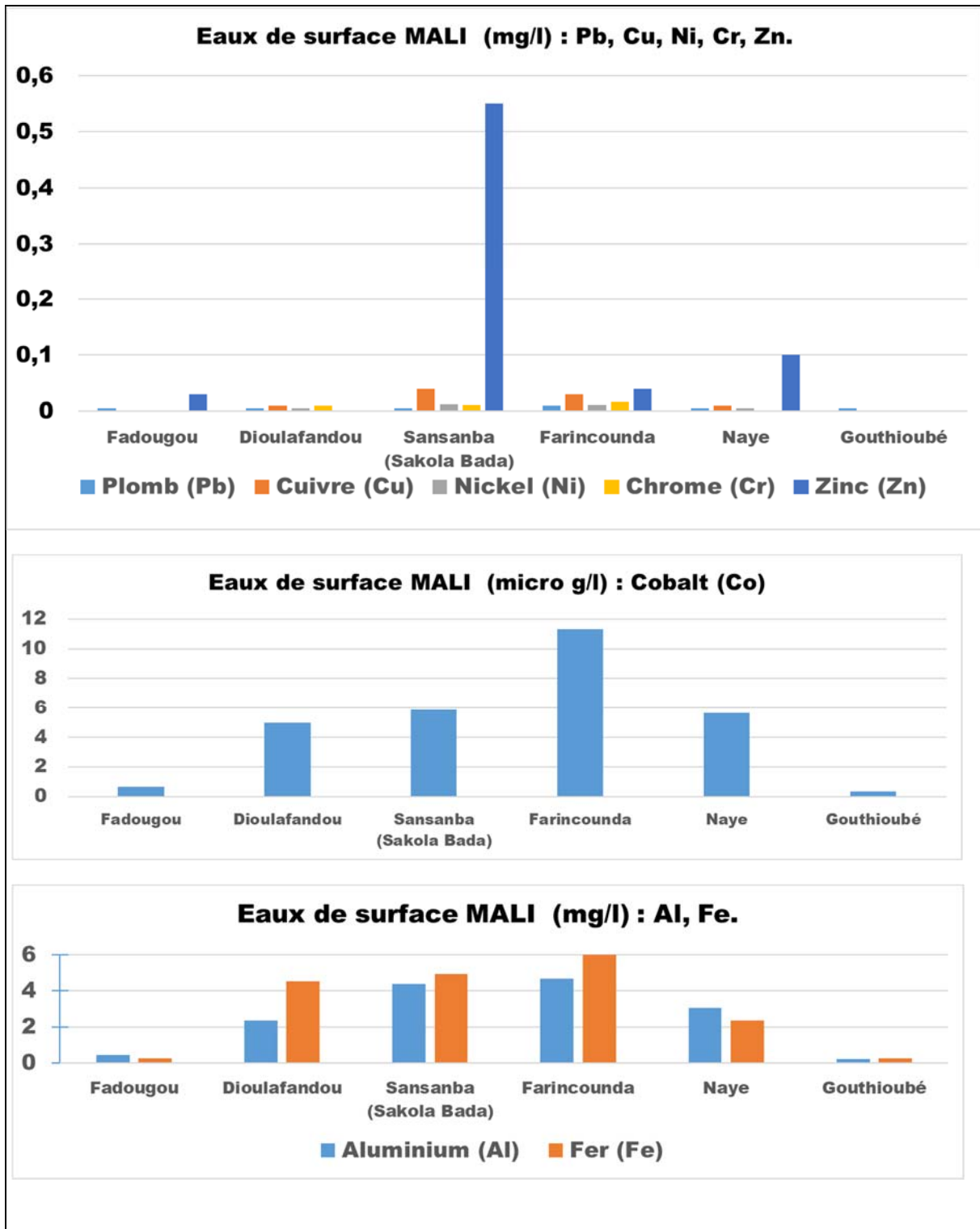


Figure 132 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé en rive malienne, classées par catégorie et par concentration (mg/l et micro g/l)

Dans les eaux de profondeur (Figure 132), les métaux lourds (Cu, Pb, Zn, Ni, Cr) ont des concentrations presque dix fois inférieures à celles des eaux de surface, le cobalt, l'aluminium et le fer sont aussi presque dix fois moindre. Il n'y a que le magnésium dissous (Mg) qui est anormalement élevé par rapport aux eaux de

surface, soit plusieurs dizaines de mg/l, à Gouthioubé la valeur atteint même 265 mg/l (Figure 133). D'ailleurs, cette valeur est peut-être due à une pollution dans le forage, provoquée par un alliage métallique corrodé.

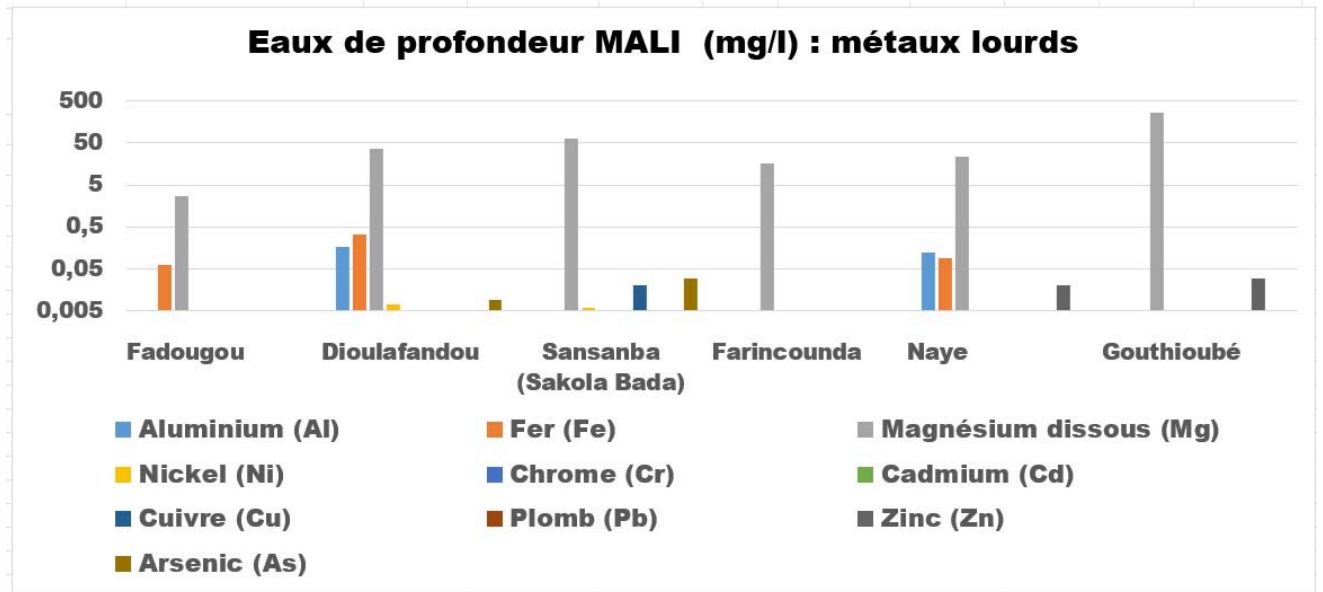


Figure 133 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé en rive malienne (en mg/l) ; échelle logarithmique

La concentration en arsenic est davantage préoccupante, car elle dépasse le seuil de potabilité recommandé par l'OMS, 10 micro g/l à deux endroits, mais surtout à Sansanba avec : 13 micro g/l dans les eaux de surface et 30 micro g/l dans les eaux de profondeur.

- Dans les sédiments

Dans les sédiments, la concentration totale en métaux lourds a été considérée.

De même que pour les eaux de surface et profondeur, les concentrations maximales sont localisées au niveau des stations situées dans le cours amont de la Falémé (Figure 134). D'une façon générale, les concentrations en métaux lourds sont beaucoup plus élevées dans les argiles des sédiments récents de la Falémé que dans les eaux.

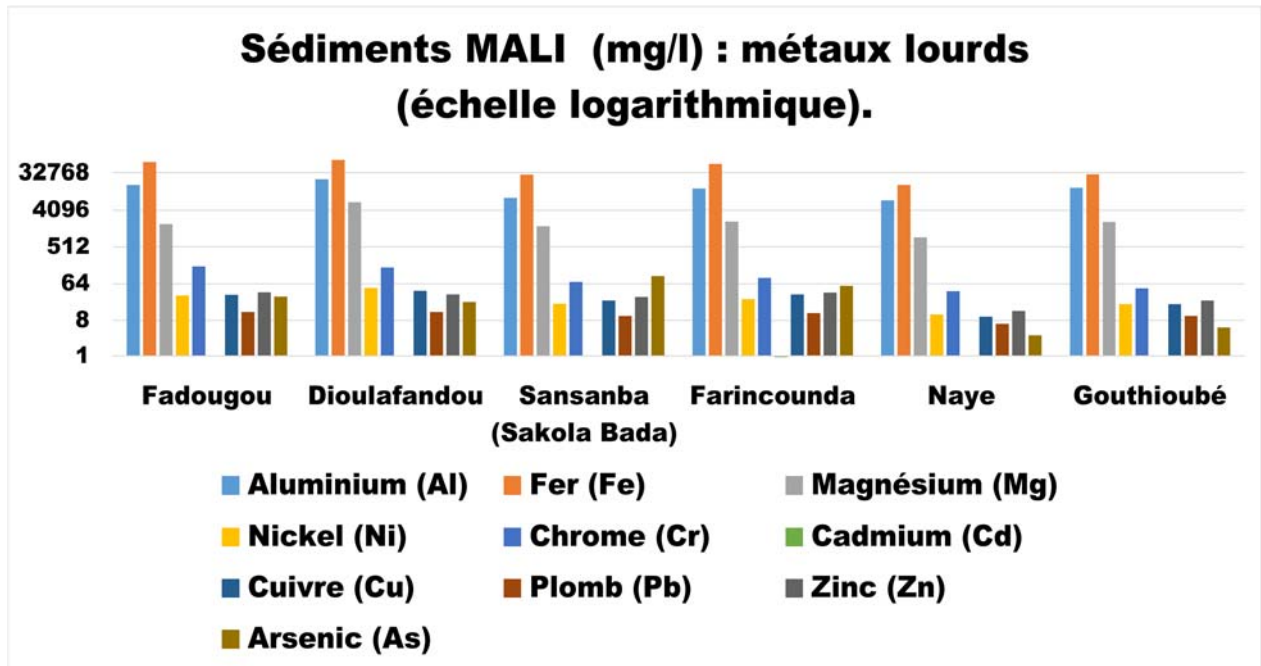


Figure 134 : Coupe Sud-Nord des concentrations en métaux lourds des sédiments de la Falémé en rive malienne (en mg/l) ; échelle logarithmique

Après avoir présenté puis décrit quantitativement et qualitativement les résultats des analyses et des mesures provenant des données de terrain, le paragraphe suivant fait l'interprétation permettant d'évaluer l'impact de l'orpaillage sur la qualité des eaux de la Falémé.

5 ANALYSE DE L'IMPACT DE L'ORPAILLAGE SUR LA QUALITE DES EAUX ET LE REGIME D'ECOULEMENT DE LA FALEME AU MALI

5.1 Interprétation des résultats des analyses de la mission au Mali

L'interprétation des résultats (eaux et sédiments) est basée sur les profils de concentrations des différents éléments analysés, le long d'une coupe Sud-Nord dans le lit vif de la Falémé, du côté malien. Les profils obtenus pour les métaux analysés sont présentés ci-après.

5.1.1 Interprétation des résultats des analyses des eaux

5.1.1.1 Pour les eaux de surface

Dans les eaux de surface, les teneurs en mercure, cyanures, cadmium sont toujours sous la limite de quantification (LQ).

La figure suivant montre, à gauche, la distribution des teneurs en métaux lourds des eaux de surface de la Falémé en rive sénégalaise, avec à droite, celle de la rive malienne.

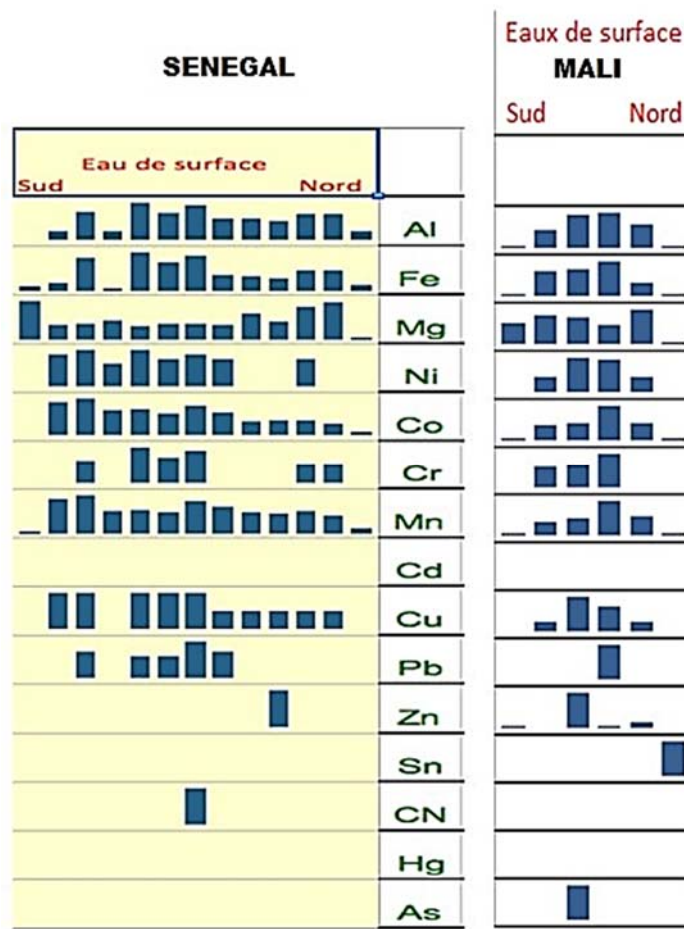


Figure 135 : Concentration des métaux lourds des eaux de surface de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord

Les profils de l'aluminium (Al) et du fer (Fe) : Ces deux éléments sont constitutifs des argiles et leurs teneurs sont représentatives de la quantité de MES transportée. Les stations de Sansanba et de Farincounda sont celles qui transportent le plus de MES. Au Sénégal, en décembre 2021, les stations de Satadoukou Bafé, Moussala frontière, Sansanba et Kolya, étaient celles où les concentrations en Al et Fe étaient les plus fortes. A ces endroits, la charge argileuse du fleuve était la plus grande. La même observation est faite sur la rive malienne qui s'explique par l'importante activité minière à ces endroits sur le fleuve et ses deux rives. La zone SMSK est retrouvée, (Satadou - Moussala - Sansanba - Kolya).

Comme pour les résultats de la campagne sur la rive sénégalaise, le profil de concentration du chrome est bien calé sur ceux de Al et Fe. De même pour le nickel, le cobalt, le manganèse, le cuivre, le plomb, le zinc et l'arsenic. L'hypothèse que l'activité minière, la plus importante et la plus impactante, se situe dans la zone SMSK est confirmée. L'activité dans cette zone est bien responsable d'une augmentation des concentrations en métaux lourds (transportés par les argiles). Par contre, le magnésium semble être mieux réparti tout au long de la Falémé et il est bien difficile de dire si cet élément est apporté par le fond géochimique de la région ou bien par les activités minières (orpaillers / EMAPE ou industriels).

5.1.1.2 Pour les eaux de profondeur

Les concentrations en métaux lourds des eaux profondes sont faibles, comme sur la rive sénégalaise. En rive malienne, comme en rive sénégalaise, les seuls métaux détectés partout et au-dessus de la LQ (Limite de Quantification) sont le magnésium et le manganèse.

Le cobalt, le nickel et l'arsenic ne sont détectés que ponctuellement à Dioulafandou et à Sansanba :

- Le cobalt, dans les eaux de forage Dioulafandou (2,59 microgramme/L), Sansanba (1,03 microgramme/L) ;
- L'arsenic, bien au-dessus de la valeur seuil, dans les eaux de Sansanba (29 mg/L), et juste en dessous de la valeur seuil à Sansanba (9 mg/L).

Ces stations font parties de la zone SMSK mise en évidence déjà. Les concentrations sont faibles, mais l'hypothèse d'un impact des activités minières sur les eaux profondes de ces localités ne peut pas être écartée.

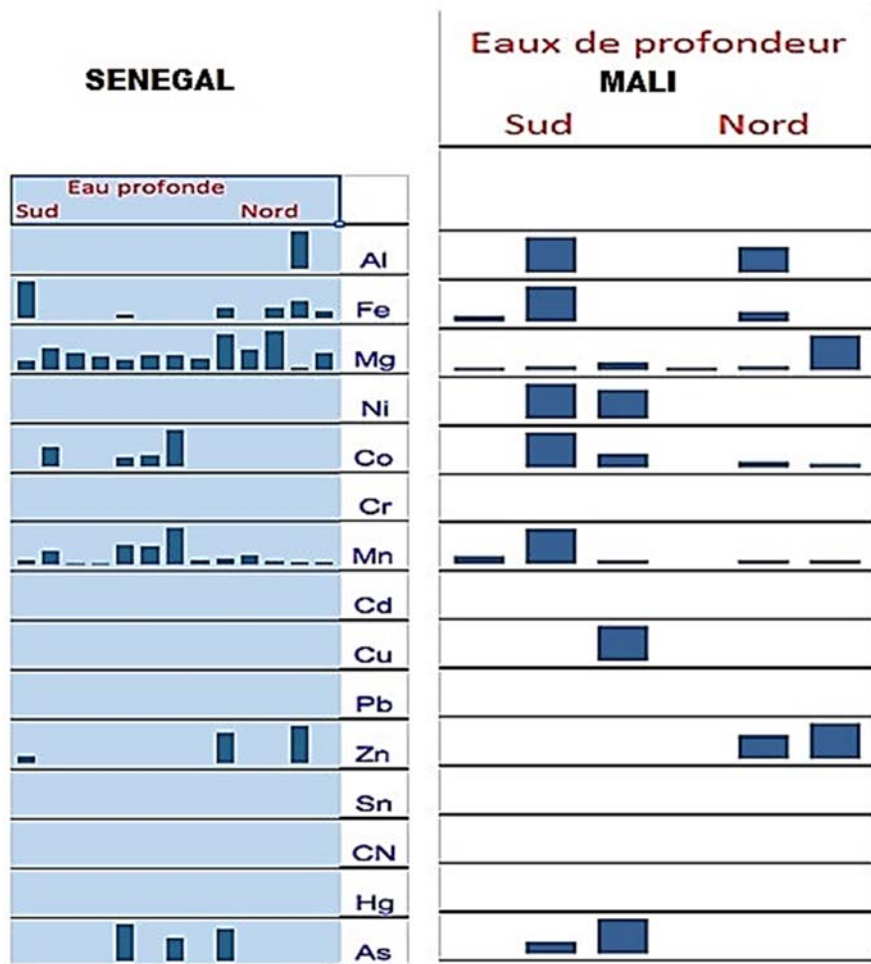


Figure 136 : Concentration des métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord

5.1.1.3 Pour les sédiments

En rive malienne, du Sud au Nord de la Falémé, les seules localités impactées par le mercure, sont Sansanba et Farincounda, avec des sédiments prélevés contenant

respectivement 0,26 et 0,18 mg/Kg MS. Le mercure est aussi détecté dans les doublons de ces échantillons.

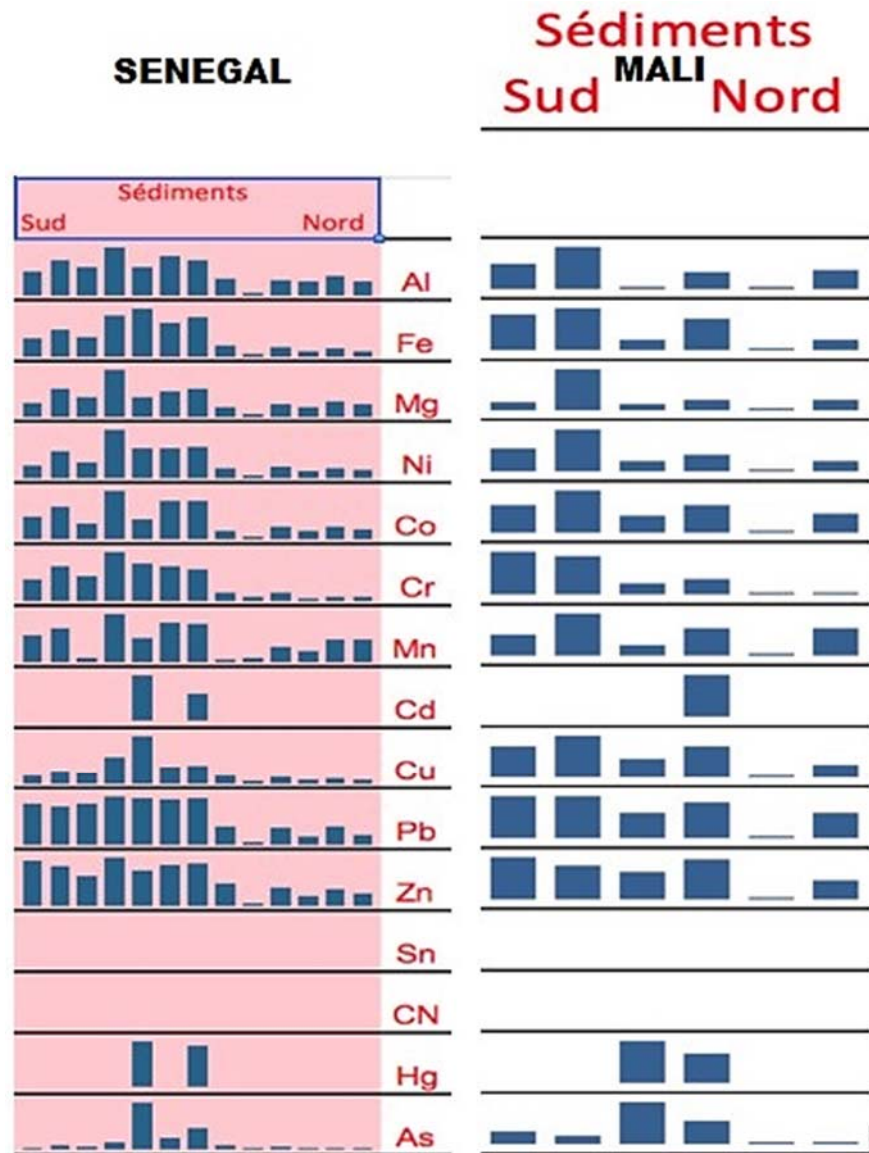


Figure 137 : Concentration des métaux lourds des sédiments de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord

Comme en rive sénégalaise, les profils de concentrations des métaux lourds des sédiments de la rive malienne de la Falémé sont assez semblables et calés sur les profils de l'aluminium et du fer, avec des concentrations plus fortes dans la zone SMSK.

De même que sur la rive sénégalaise, ces profils montrent bien que les métaux lourds dans les sédiments de la Falémé, sont un paramètre pertinent pour tracer l'impact des activités minières d'orpaillage sur le fleuve. Ces activités sont responsables de la mise en suspension dans le fleuve de particules porteuses de métaux lourds. En fait, l'activité minière (surtout les dragues industrielles qui opèrent sur le fleuve) provoque une pollution par une mise en suspension importante d'argiles dans les eaux du fleuve. Les cyanures ne sont jamais détectés, ni l'étain, toutefois le mercure et l'arsenic sont présents dans la zone SMSK d'activité importante. Là, dans le cas du mercure et de l'arsenic, il sera possible de parler

d'une véritable pollution chimique provoquée par les activités minières et/ou des artisans orpailleurs.

En conclusion, sur les deux rives de la Falémé, la zone la plus impactée par les activités minières est la zone SMSK.

De plus, les concentrations en mercure et en arsenic, mesurées dans les sédiments, et leurs doublons, sont supérieures en rive malienne, en mars 2023 (étiage), à celles mesurées en rive sénégalaise, en décembre 2021. Il ne faudra pas conclure que la rive malienne est plus polluée que la rive sénégalaise : en effet, elle a été échantillonnée en période d'étiage, et c'est normal d'y trouver des concentrations plus fortes (car moins de dilution qu'en décembre 2021, période de décrue avec un débit encore notable).

5.1.2 Interprétation des résultats des mesures physico-chimiques

Les mesures physico-chimiques effectuées sur la rive malienne de la Falémé sont interprétées ici, au regard de celles effectuées en rive sénégalaise. Il faut garder à l'esprit que les deux lots de mesures n'ont pas été réalisés à la même saison et surtout ils ont été faits à 15 mois d'intervalle : sur la rive sénégalaise en décembre 2021 et sur la rive malienne en mars 2023.

Pour les deux séries de mesures, en décembre 2021 et en mars 2023, l'échantillon aval, proche du fleuve Sénégal (Yaféra et Gouthioubé) n'a pas été pris en compte car à ces endroits, les eaux du fleuve Sénégal viennent diluer celles de la Falémé ; cela se voit dans le petit décrochage des valeurs mesurées.

5.1.2.1 Le pH

La tendance à l'augmentation du pH de 7,6 à 8 de l'amont vers l'aval, observée dans les eaux de surface en rive sénégalaise, n'est pas retrouvée sur la rive malienne, où ce serait même, à l'inverse, une diminution du pH de 8,6 à 8 qui est mesurée.

Pour les eaux souterraines, les eaux de puits échantillonnées en rive sénégalaise, avaient un pH qui augmentait de 7 à 7,5 de l'amont vers l'aval. En rive malienne, les eaux de puits échantillonnées et mesurées, ont un pH qui décroît de 7 à 6, de l'amont vers l'aval. Comme pour les eaux de surface, le gradient de pH des eaux de profondeur sur la rive malienne s'est inversé par rapport à la rive sénégalaise, entre décembre 2021 et mars 2023. C'est déjà satisfaisant que les eaux de surface et les eaux profondes varient de la même façon. L'inversion des mesures d'une rive à l'autre, ne peut être expliquée que par le fait que les mesures ont été faites à des saisons différentes et avec un intervalle de 15 mois.

5.1.2.2 La température

Les eaux de surface prélevées en mars 2023, en rive malienne, ont une température qui varie de 31°C en amont à 33°C en aval, avec un minimum à 30°C à Sansamba. En décembre 2021, sur la rive sénégalaise, les températures allaient de 30 à 36°C de l'amont vers l'aval. Un réchauffement des eaux de surface de l'amont vers l'aval est donc observé sur les mesures des deux missions.

Pour les eaux de puits, en rive sénégalaise, en décembre 2021, les températures augmentaient de 32 à 37°C de l'amont vers l'aval. En rive malienne, en mars 2023, les eaux de puits ont une température qui diminue de l'amont vers l'aval de 36°C à 32°C. Pour les eaux profondes, un gradient des températures inversé de l'amont vers l'aval, entre les valeurs de décembre 2021 et celles de mars 2023.

Dans tous les cas, les eaux de profondeur ont une température supérieure à la norme de potabilité fixée par l'OMS comprise entre 22 et 25°C. Toutefois, cela n'entrave en rien leur potabilité, car les valeurs de température élevées dans les eaux de profondeur s'expliquent évidemment par la chaleur ambiante, (Niamke et al., 2020).

5.1.2.3 Le taux de saturation en oxygène

Le taux de saturation en oxygène dissous des eaux de surface prélevées en rive malienne en mars 2023 est étonnamment bas : il varie de 19,5% à Fadougou en amont, à 23% à Sansamba, 18,3% à Farincounda et 112% à Nayes. De la même façon, la mesure de l'oxygène dissous, en mg/L, est aussi extrêmement bas, avec des valeurs allant de 1,49mg/L à Fadougou, à 1,76mg/L à Sansamba, 1,36mg/L à Farincounda et 8,22mg/L à Nayes.

Le fort taux de saturation en oxygène de 92 et 96% des eaux de surface, mesuré en décembre 2021, en rive sénégalaise, avait été surprenant.

Les valeurs obtenues en mars 2023, en rive malienne, correspondent mieux à la situation décrite par les riverains. Seule, la valeur de 8,22mg/L d'oxygène dissous dans l'eau de surface à Nayes (zone à forte concentration humaine et à forte densité de cultures sur berges, donc à engrais qui favorise l'eutrophisation) est concordante avec les valeurs élevées de décembre 2021, en rive sénégalaise.

Pour les eaux profondes, en rive malienne, les taux de saturation en oxygène dissous et la quantité d'oxygène dissous en mg/L, sont très bas et diminuent de l'amont vers l'aval : de 20,5% à Fadougou à 7,6% à Nayes et en mg/L, de 1,37 à Fadougou à 0,62 à Nayes.

Ces valeurs mesurées en mars 2023, en rive malienne, sont bien inférieures aux valeurs mesurées en rive sénégalaise, en décembre 2021 : de 55 à 82% pour le taux de saturation en oxygène dissous, et de 3,92 à 6,41mg/L d'oxygène dissous, de l'amont vers l'aval.

5.1.2.4 La conductivité

Les valeurs de conductivité, mesurées en mars 2023, en rive malienne, sont en moyenne de 65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de surface et 958 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de profondeur. Selon la norme de potabilité fixée par l'OMS qui est comprise entre 180 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Niamke et al., 2020), les eaux de puits mesurées lors de cette deuxième mission, sont des eaux potables.

Les valeurs de conductivité, mesurées en décembre 2021, en rive sénégalaise, étaient en moyenne 41,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de surface et 54,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans les eaux de profondeur, et selon la même norme de potabilité fixée par l'OMS, les eaux de puits n'étaient pas potables.

5.1.2.5 La turbidité

La turbidité d'une eau potable, distribuée, ne doit jamais dépasser 5,0 NTU (unité de turbidité néphélométrique) pour tous les systèmes de distribution.

Lors de la mission en mars 2023 (rive malienne), la turbidité des eaux de surface mesurée varie entre 131 NTU à Fadougou et 2466 à Farincounda, avec une valeur de 1430 à Nayes. Les valeurs augmentent de l'amont vers l'aval, pour ces eaux de surface.

Les mesures de la turbidité des eaux de profondeur n'ont pas été effectuées mais ces eaux sont toutes visuellement claire et incolore.

La très forte turbidité des eaux de surface, visible à l'œil nu, observée en rive sénégalaise avait été interprétée comme provoquée par l'activité de plusieurs dragues industrielles dans le cours supérieur de la Falémé. A cela s'ajoutaient plusieurs centaines de zones de traitement du minerai aurifère dont les sluices rejettent directement leurs effluents (composés principalement d'eau mélangée à de l'argile) et leurs tailings (avec ou sans Hg) dans la rivière. Ce sont ces activités minières, artisanales et industrielles, qui sont à l'origine de la pollution argileuse, responsable de la très forte turbidité.

La végétation sur les rives et dans la rivière ou le phytoplancton sont trop peu abondants, voire inexistant, pour apporter une matière organique suffisamment riche pour jouer un rôle dans la turbidité.

Ainsi donc, la turbidité de la Falémé résulte essentiellement du remaniement des sédiments fins du fond du lit par les dragues industrielles.

5.1.2.6 Le potentiel redox

Les valeurs du potentiel redox des eaux de surface, mesurées en mars 2023, en rive malienne varient entre 160 et 213 mV, avec une moyenne de 182 mV. Ces eaux sont oxydantes.

Les valeurs du potentiel redox des eaux de puits, mesurées lors de la même mission, varient entre 176 et 303 mV, avec une moyenne de 211 mV. Ces eaux de puits peuvent être qualifiées d'eaux oxydantes, tout comme les eaux de surface. Dans les eaux en bonne santé, le potentiel d'oxydo-réduction est généralement relativement compris entre 300 et 500 mV.

Dans les résultats, ni les eaux de surface, ni les eaux de puits sont dans ce cas : elles contiennent beaucoup d'oxygène dissous, elles ont un potentiel d'oxydo-réduction élevé. Alors elles sont considérées comme « en bonne santé ».

Comme signalé dans l'interprétation de la mission 1, la Falémé est très chargée en particules d'argiles (MES), ce qui empêche les poissons de respirer, il s'agit d'une pollution physique du fleuve. L'observation est identique pour la campagne réalisée sur la rive malienne.

5.1.3 Interprétation des résultats par rapport à la saison

Après la première campagne sur la rive sénégalaise, l'interprétation des résultats en fonction de la saison était impossible.

A la fin de la mission sur la rive malienne, 15 mois plus tard, en plein étiage de la Falémé, la comparaison des mesures faites dans des conditions et des contextes différents reste délicate, car elle peut conduire à des contre-sens.

Les deux tableaux ci-dessous deux comparent les données physico-chimiques des eaux de surface et des eaux de puits.

Tableau 70 : Comparaison des paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de surface pendant les deux missions effectuées en décembre 2021 et mars 2023

Rive sénégalaise Décembre 2021	Rive malienne Mars 2023
T°air 29-36°C Moyenne 33,1°C	T°air 30-40°C Moyenne 35°C
T°eau 21,9-27,9°C Moyenne 25,7°C	T°eau 29,7-33,2°C Moyenne 31,2°C
O ₂ mg/L 6,8-8,0mg/L Moyenne 7,5mg/L	O ₂ mg/L 1,12-8,22mg/L Moyenne 2,55mg/L
Saturation O ₂ % 90,3-97,7% Moyenne 94,3%	Saturation O ₂ % 15-112,2% Moyenne 34,3%
Conductivité µs/cm 33,6-55,2 µs/cm Moyenne 41,9 µs/cm	Conductivité µs/cm 42-93 µs/cm Moyenne 65 µs/cm
pH 7,5-8,4 Moyenne 7,8	pH 7,7-8,6 Moyenne 8,2

La lecture de ce tableau amène les éléments suivants :

- La température des eaux de surface était plus élevée en mars 2023, ce qui est normal, vu la saison ;
- L'oxygène dissous et le taux de saturation en oxygène sont plus bas en mars 2023, ce qui est attendu, étant donné que le fleuve est à l'étiage, son débit est plus faible ;
- La conductivité est plus haute en mars 2023. En effet, le débit est plus faible, il y a moins de dilution, plus de concentration des éléments dissous ;
- Le pH des eaux de surface peut être considéré comme inchangé entre les deux périodes.

Tableau 71 : Comparaison des paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de puits pendant les deux missions effectuées : décembre 2021 et mars 2023

Rive sénégalaise Décembre 2021	Rive malienne Mars 2023
T°air 29-37°C Moyenne 33,8°C	T°air 30-40°C Moyenne 35°C
T°eau 27,1-31,7°C Moyenne 30°C	T°eau 30,9-36,3°C Moyenne 33,2°C
O ₂ mg/L 2,9-7,9mg/L Moyenne 4,7mg/L	O ₂ mg/L 0,62-1,37mg/L Moyenne 1,03mg/L
Saturation O ₂ % 38,8-100% Moyenne 63%	Saturation O ₂ % 7,5-20,5% Moyenne 14,3%
Conductivité µs/cm 23,6-105,1µs/cm Moyenne 56,4 µs/cm	Conductivité µs/cm 158-3510 µs/cm Moyenne 6958 µs/cm
pH 7,1-7,8 Moyenne 7,4	pH 6-8,5 Moyenne 7

La lecture de ce tableau amène les éléments suivants :

- La température des eaux de puits était plus élevée en mars 2023, ce qui est normal, vu la saison ;
- L'oxygène dissous et le taux de saturation en oxygène sont plus bas en mars 2023, ce qui est en accord avec les eaux de surface ;
- La conductivité est plus haute en mars 2023, ce qui est en accord avec les eaux de surface ;
- Le pH des eaux de puits est légèrement plus bas, mais reste dans la gamme des eaux potables.

En conclusion, les résultats confirment les hypothèses : le cours de la Falémé est en période d'étiage, son débit est diminué par rapport à celui de décembre 2021, et donc l'eau est moins oxygénée et il y a moins de dilution des éléments dissous qui sont donc plus concentrés.

5.2 Analyse qualitative des impacts environnementaux de l'orpaillage

5.2.1 Examen de l'impact des activités minières sur l'écoulement de la Falémé en rive malienne

Dans le bassin versant de la Falémé, l'activité minière est répartie entre les grandes mines, les exploitations minières « d'orpaillage mécanisées » et les EMAPE. L'orpaillage traditionnel avec des outils manuels traditionnels a (presque) totalement disparu.

5.2.1.1 Impact des activités minières industrielles sur les ressources en eau

L'activité intensive de quelques grosses dragues industrielles opérant du côté malien, fouillant illégalement sur toute la largeur du lit de la Falémé, entraîne une importante modification de la topographie du lit du cours d'eau (bien visible sur par imagerie satellite) L'impact de l'activité des petites dragues EMAPE et sans commune mesure comparable à celle des dragues industrielles.

Au moment des basses eaux, la rivière est coupée ou traversée à plusieurs endroits par une succession de bancs de sable et/ou de gravier. Les rejets des dragages maliens parfois sur près de 10km de long créent des barrages artificiels qui réduisent le débit et provoquent des étiages précoces.

Sur la rive malienne, les prélèvements d'eau des grandes mines industrielles affectent la Falémé et les petits cours d'eau qui sont des affluents de la Falémé et perturbent ainsi le ruissellement et la recharge du cours d'eau principal.

Les impacts sur l'eau sont quantitatifs et qualitatifs avec une utilisation massive d'eau, suivi de rejets liquides chargés de polluants chimiques et de minéraux (principalement des argiles, mais aussi des ETM).

Une turbidité élevée de la Falémé aux abords des zones minières est une indication de la perturbation du sol et des alluvions. Cette turbidité cause l'asphyxie mécanique des poissons qui meurent étouffés parce que leurs branchies sont obstruées. C'est sans doute une piste très sérieuse pour expliquer la raréfaction des poissons observée au niveau de la Falémé et confirmée par les populations dans les enquêtes socioéconomiques réalisées lors des missions de terrain.

La destruction du lit de la rivière s'accompagne d'une pollution des eaux de surface et/ou de profondeur de la Falémé.

5.2.1.2 Impact des activités EMAPE d'orpaillage sur les ressources en eau

Les observations sont très similaires à celles présentées dans l'interprétation de la campagne d'échantillonnage sur la rive malienne. En synthèse, le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage qui résume la situation sur la rive Mali :

Tableau 72 : Synthèse des impacts environnementaux du secteur de l'orpaillage au Mali

Impacts sur les sols et le paysage	Perturbation de la structure et de la fertilité des sols par excavation de grands volumes de terres pour accéder aux gisements ;
	Erosion des sols qui mène à une perte des terres agricoles
	Pollution du sol par les produits chimiques utilisés par les orpailleurs (mercure, cyanure, ...)
	Non-réhabilitation des sites après l'exploitation, laissant les sols dégradés et affectant le paysage.
Impacts sur les ressources en eau	Perturbation du régime hydrologique des cours d'eaux (augmentation de la turbidité)
	Perturbation des habitats aquatiques et de la biodiversité
	Contamination des cours d'eau due à l'utilisation des produits chimiques interdits, notamment le mercure et le cyanure
	Dégradation de la qualité de l'eau de surface
Impacts sur la végétation et la biodiversité	L'orpaillage menace gravement la végétation et la biodiversité en raison de son caractère incontrôlé et de l'absence de toute compensation d'impact
	Cette activité a une incidence majeure sur la déforestation et par conséquent, sur le changement climatique par la réduction des puits de carbone : coupe abusive de bois pour dégager les gisements, pour le soutènement de petites galeries, pour les besoins d'habitation, de transport et de bois de chauffe
	Pression sur la faune sauvage, avec la destruction de l'habitat et la perte de la biodiversité

Toutes les analyses (eaux ou sédiments) indiquent, d'une part que les métaux lourds et assimilés (As, Mg) sont nettement en plus grande abondance dans le cours amont de la Falémé (zone SMSK) et d'autre part, que leur origine est, en plus d'un contexte géologique naturellement propice à leur présence, indubitablement dû à une activité humaine d'origine industrielle et artisanale (orpaillage). En effet, certaines associations chimiques (As, Al, Zn) sont révélatrices de ces influences, comme notamment l'arsenic dans les eaux de surface, associé aux métaux de base représentatifs des minéralisations sulfurées du bedrock et/ou de la proximité des installations de production d'or qui sont réputées être la principale source anthropique d'arsenic dans l'environnement (Canada, France ...). Mais à cela s'ajoute certainement aussi la dissolution de dépôts minéraux sulfurés (notamment à arsénopyrite plus ou moins aurifère) et/ou de roches volcaniques contenant de l'arsenic, comme il en existe en relative abondance dans les volcano-sédiments birimiens de la Falémé.

Par ailleurs, les concentrations anormales en zinc et aluminium y révèlent probablement aussi la présence de cuves de cyanurisation de l'or, comme à Sansanba (Sakota Bada). En effet, des copeaux de zinc ou d'aluminium sont utilisés dans ce procédé pour récupérer l'or. Les concentrations en Ca et Na sont aussi anormales à ces mêmes endroits (Dioulafandou, Sansanba / Sakola Bada) ; elles pourraient signaler l'ajout par les orpailleurs de chaux éteinte ou de soude, pour conserver un pH basique (>10,5) et ainsi réguler le processus de lixiviation en évitant le dégazage toxique de cyanure d'hydrogène. Effectivement les eaux de surface à Farincounda, avec un pH de 8,6 (ce qui reste loin de 10,5, mais reste haut par rapport au pH de 7,5 des eaux de profondeur) et un potentiel Rédox (196 mV) relativement plus élevé qu'ailleurs (Annexes 20 et 21).

Ainsi donc, toutes ces valeurs semblent effectivement prouver que, dans la rivière Falémé, certains éléments chimiques sont directement issus d'effluents miniers (lixiviats) liés à la récupération de l'or par cyanuration.

5.2.2 Examen de l'impact de Hg, CN et des métaux lourds en rive malienne

Pour la rive malienne, à part l'arsenic et le mercure, « les autres métaux lourds » analysés dans les eaux et dans les sédiments, comme en rive sénégalaise, font partie du background géochimique du bassin de la Falémé. Ces métaux lourds proviennent du substratum, ils sont transportés, sorbés sur les particules d'argiles mises en suspension dans le fleuve par les activités minières. Comme en rive sénégalaise, il faudra parler d'une pollution « physique » de la rivière Falémé : un important apport de MES, matières en suspension, provoqué par les activités minières, surtout les activités de dragage, mais aussi les activités d'orpaillage artisanal, car les orpailleurs rejettent leur stérile (« tailings ») à la rivière.

En termes d'impacts, il faut donc bien distinguer, d'une part :

- La pollution chimique, provoquée par le rejet d'éléments chimiques toxiques comme le mercure et l'arsenic (probablement issu de l'arsénopyrite, fréquente dans les filons de quartz aurifère épithermaux de la région), suite aux activités d'extraction et de séparation de l'or,

et d'autre part :

- Une pollution physique, provoquée par une mise en suspension d'une quantité très importante d'argiles provoquée par les activités minières dans le lit vif (dragage industriel surtout, et dans une moindre mesure aussi, l'orpaillage artisanal / EMAPE).

5.2.2.1 Impact de l'orpaillage avec Hg, CN, ETM

L'orpaillage produit plusieurs tonnes de stériles et de résidus chaque année sur les sites situés sur le tracé de la Falémé. L'activité nécessite de grandes quantités d'eau et rejettent une grande quantité d'effluents, presque toujours toxiques ou dangereux. Les sols et les cours d'eau sont contaminés par les produits chimiques utilisés lors de l'extraction de l'or (mercure, cyanure, acides nitriques et sulfuriques). Dans les cas où l'exploitation concerne des minerais sulfurés (ex. : les quartz à arsénopyrite aurifère), ces résidus miniers, exposés à l'air et à l'eau, s'oxydent et génèrent des effluents acides, vecteurs d'ions métalliques qui peuvent constituer des sources potentielles de pollution. En général, ces impacts sont atténuables ou corrigibles par :

- Des programmes soutenus de surveillance et de monitoring des effluents ;
- L'exigence de la conformité aux normes prescrites et acceptées de rejets ;
- Des programmes de recyclage et de traitement des effluents miniers (Sorgho, 2012).

5.2.2.2 Concentration du mercure et niveaux de toxicité

Les teneurs en mercure dans les eaux, sont toutes sous la limite de quantification (LQ de 20 µg/l dans les eaux) et pour les sédiments, presque toutes (sauf à 2 endroits) sous la LQ (de 10 mg/kg MS dans les sédiments).

Tableau 73 : Analyse du mercure et des cyanures dans les eaux de profondeur et de surface de la Falémé (rive malienne)

		Fadougou	Dioulafandou	Sansanba (Sakola Bada)	Farincounda	Naye	Gouthioubé
EAU DE SURFACE	N° éch.	1051	1052	1053	1054	1055	1056
	Unités						
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
EAU SOUTERRAINE	N° éch.	2051	2052	2053	2054	2055	2056
	Unités						
Cyanures totaux	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Mercure (Hg)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20

Ces résultats indiquent que, même en mars 2023, en rive malienne, il y a très peu de pollution chimique dans les eaux de la vallée de la Falémé.

Par contre, les teneurs en mercure mesurées dans les sédiments à Sansanba (0,26 mg/kg MS) et à Farincounda (0,18 mg/kg MS) sont au-dessus de la LQ (Figure 138). Il s'agit donc d'une pollution chimique, dans cette zone SMSK, observée aussi en rive sénégalaise.

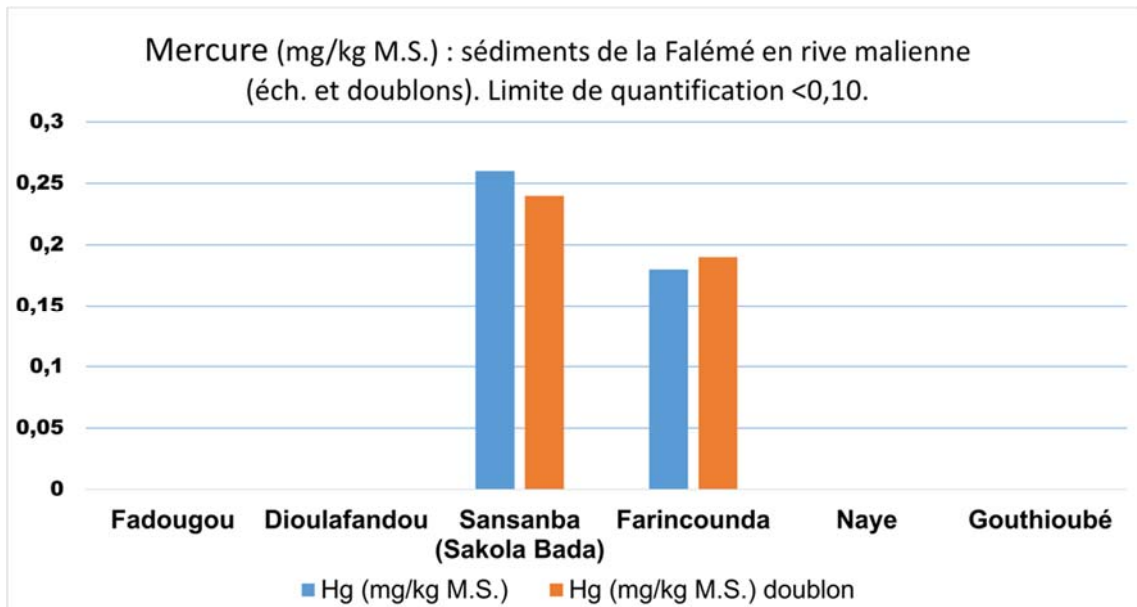


Figure 138 : Histogramme des teneurs en mercure (mg/kg MS) dans les sédiments de la Falémé (rive malienne)

5.2.2.3 Impacts de l'utilisation du mercure dans le bassin de la Falémé en rive malienne

Les observations, commentaires et interprétations sont identiques à celle faite dans le paragraphe s'intéressant aux impacts de l'utilisation du mercure sur la rive sénégalaise.

Voir paragraphe 3.2.2.3.

5.2.2.4 Examens des concentrations en cyanures totaux et niveau de toxicité des eaux de la Falémé en rive malienne

En rive malienne, tout comme le mercure, le dosage du cyanure total est sous la limite de quantification (LQ < 10 micro g/l) dans tous les prélèvements dans les eaux.

5.2.3 Recommandations de mesures de mitigation (atténuation)

L'environnement est nettement menacé par l'activité d'orpaillage dans le bassin de la Falémé, en rive malienne.

Une des solutions préconisées consiste à procéder à la création de centres de traitement du minerai qui regrouperaient toutes les commodités (eau, machines, techniciens formés au traitement de minerai et services sociaux) au niveau départemental ou communal avec une gestion communautaire, sous la supervision des autorités, notamment celles en charge des Mines. Mais il n'est pas évident que cette situation soit acceptée dans la mesure où, la pratique de l'orpaillage se fait de manière informelle à titre individuel ou de petits groupements privés. C'est pourquoi un accent particulier doit être mis sur la sensibilisation et le respect des textes en vigueur, réglementant les domaines minier et environnemental, notamment la convention de Minamata sur le mercure. Cette convention pointe aussi la lixiviation au cyanure comme la pire pratique existante.

La délimitation d'un espace dédié associée à la création de couloirs d'orpaillage pour l'obtention du minerai est un bon début de tentative pour légiférer et organiser l'activité. Toutefois les placers / filons s'épuisent vite et les orpailleurs sortent alors des couloirs pour « chercher fortune » en dehors, ce qui limite bien entendu l'efficacité du système. Le tableau ci-dessous résume les principales mesures d'atténuation préconisées. Elles permettraient soit d'éliminer les impacts négatifs, soit encore de les réduire ou bien d'apporter une contrepartie à des impacts dommageables non supprimés ou réduits.

La ressource en eau est indispensable à l'orpaillage, mais aussi à tous les riverains. Pour protéger cette ressource indispensable et vitale, plusieurs pistes de solutions ou de précautions sont proposées. La première est la sensibilisation à la rareté de cette ressource qui diminue drastiquement au fil du temps, avec la crise du « réchauffement climatique ». Les orpailleurs doivent être sensibilisés aux impacts négatifs des produits chimiques utilisés dans leur activité et qui menacent fortement la qualité des eaux. L'usage des motopompes pour tirer l'eau de la rivière pour laver le minerai, puis après usage, son rejet direct à la rivière sans traitement, doit être farouchement combattu. Cette eau pourrait être canalisée, épurée et utilisée pour développer une activité de maraîchage près du site d'orpaillage (à condition qu'elle soit exempte de mercure et cyanure ou métaux lourds).

Pour éviter le ruissellement des eaux usées issues du lavage de l'or sur les sluices, des bassins de rétention doivent être prévus sur des sites de traitement dédiés. Ces bassins, d'une envergure plus importante que celle qu'il a été donné de constater

habituellement dans la région, doivent être revêtus ou recouverts d'une géomembrane qui empêchera (ou limitera) toute infiltration dans le sol. Ce bassin devrait être l'unique point de lavage de l'or dans un site donné. Non seulement il empêchera l'infiltration de l'eau dans le sol, mais aussi il constituera une barrière au ruissellement des eaux résiduaires vers le cours ou plan d'eau situé en aval du site.

Toutefois à court terme, l'action la plus importante à accomplir est la suppression des dragues et des engins lourds de terrassement du lit et des berges de la Falémé, pour éliminer la pollution physique. Il n'est peut-être pas nécessaire d'appliquer cette mesure aux EMAPE.

Le tableau ci-dessous propose quelques pistes de remédiation :

Tableau 74 : Mesures de mitigation

Impacts	Mesures d'atténuations et de compensations
Insécurité	- Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
Modification du paysage (pollution visuelle)	- Mise en place d'un système de sécurité et de surveillance
	- Réhabilitation progressive du site
	- Remblayage des puits abandonnés
	- Plan de gestion des déchets - Sensibilisation à la gestion des déchets
Déforestation/déboisement	- Reboisements
	- Utilisation des étais pour le soutènement
Pollution des sols	- Traitement localisé des sols pollués
	- Utilisation des géomembranes pour empêcher les infiltrations
Epuisement des ressources en eau	- Gestion rationnelle de l'eau
Pollution des ressources en eau	- Traitement des déchets (effluents, tailings) avant leurs rejets
Pollution de l'air	- Entretien régulier des appareils
	- Utilisation des EPI, insonorisation des moulins de broyage
	- Arrosage si possible des sources de poussière
Perte de la biodiversité	- Protéger les espèces rares
Perturbation de l'écoulement des eaux de surface	- Ouvrage de drainage des eaux
Erosion des sols	- Stabilisation des pentes et talus par la végétation

6 CONCLUSION : NOUVELLES DONNEES SUR LA POLLUTION DE LA FALEME ET MESURES DE SURVEILLANCE APPROPRIEES

La présente étude apporte de nouvelles données sur la pollution de la rivière Falémé par les activités d'orpaillage sur les rives sénégalaises et maliennes. A côté de l'orpaillage, il existe plusieurs grandes mines industrielles du côté de la rive malienne ; elles sont situées dans la zone SMSK (Satadou - Moussala - Sansanba - Kolya) ; ainsi, il est probable qu'elles contribuent aussi à la pollution du cours d'eau.

Dans le cas de la Falémé, les points suivants sont à retenir :

- Les activités d'orpaillage sont de deux grands types :
 - Une activité artisanale qui existe depuis la fin des années 80, essentiellement manuelle à cette époque, mais ensuite qui s'est peu à peu semi-mécanisée jusqu'à être qualifiée d'EMAPE (Extraction Minière Artisanale et à Petite Echelle). Elle occupe un grand nombre de personnes, des villageois, des citadins, des femmes, des enfants, des ouvriers ou des cadres venus d'ailleurs et même d'orpailleurs qu'on peut maintenant qualifier de professionnels... Depuis l'époque des débuts, l'orpaillage a vu accroître son degré de technicité avec une mécanisation (motopompes, treuils, système d'aération, dragues, broyeurs, triporteurs, etc.), un investissement et une organisation croissants ;
 - Une activité minière de grande échelle, généralement menée par des asiatiques, avec des permis maliens. Ces exploitants travaillent les alluvions du lit vif ou celles des terrasses alluviales de la Falémé avec des dragues "industrielles". Leurs engins déplacent des centaines de milliers de mètres

cube de sédiments, sur toute la largeur de la Falémé, outrepassant alors leurs droits, en allant récupérer l'or existant du côté de la rive sénégalaise.

- La pollution est de deux types :
 - Une **pollution "physique"** qui est caractérisée par une mise en suspension dans les eaux de la rivière, d'une très grosse quantité de matières en suspension. Cela est provoqué par la grosse activité des dragues industrielles. Ces matières en suspension sont des argiles, au sens minéralogique, c'est à dire des phyllosilicates alumino-silicatés provenant de l'altération des roches du substratum géologique, mais aussi au sens granulométrique, c'est à dire des particules très fines <2 microns. Ces **argiles sont porteuses de métaux lourds**, liés par **adsorption**, ceux-ci provenant des roches du substratum géologique. Cette pollution physique de la Falémé, étant reliée surtout à l'activité des dragues, est importante aux endroits où elles se situent. La zone SMSK (Satadou bafé – Moussala – Sansanba - Kolya) est particulièrement touchée par ce type de pollution. C'est dans cette zone que les activités d'orpaillage impactent le plus la qualité des eaux de la Falémé qui sont devenues de couleur marron, très boueuses, porteuses de métaux lourds, très peu propices à la vie aquatique des plantes et des poissons qui meurent par obstruction de leurs branchies par les argiles. A cause de cette eau boueuse, les villageois ne peuvent ni pêcher, ni faire leur lessive, ni abreuver leur bétail ;
 - Une **pollution chimique** en lien avec l'orpaillage, pollution au mercure surtout et cyanure ponctuellement, détectée ailleurs que dans les huttes d'amalgamation ou sur les sites d'orpaillage. Les analyses pour ces deux éléments chimiques ont livré des valeurs basses, souvent en dessous de la limite de quantification, mais elles permettent quand même de mettre en évidence une zone impactée chimiquement par du mercure dans les sédiments : cette zone correspond à la zone SMSK mise en évidence par l'analyse de tous les autres métaux lourds, zone de pollution physique. Les sites échantillonnés à Sansanba et Farincounda sont impactés par l'utilisation du mercure : ce sont les sédiments qui sont porteurs de mercure, avec des valeurs significatives (de 0,18 à 0,26 mg/Kg MS). Ni les eaux du fleuve, ni celles des forages ne sont impactées, pour le moment, par le mercure ou le cyanure des orpailleurs ;
- Les mesures à mettre en œuvre pour surveiller l'état de la Falémé devront tenir compte de ces deux types de pollution mises en évidence. Elles devront être spécifiques à chaque type d'activité à la source de la pollution :
 - L'activité des grosses mines est généralement bien encadrée et les normes de rejet sont en principe appliquées. Aucune mesure spécifique de surveillance ne sera proposée. Elles seront intégrées au réseau général de surveillance de la Falémé ;
 - « L'orpaillage » avec des dragues industrielles et la pollution physique qui en découle : les mesures seront d'ordre politique, juridique pour empêcher ou limiter l'emploi de ces dragues. Une surveillance facile et économique de la quantité de matières en suspension dans la Falémé pourra être mise en place, en y mesurant le « taux de boue » au niveau de *la zone SMSK*. Pour ce calcul, des normes existent, mais pour rester simple et efficace, il suffit de laisser décanter au calme un litre d'eau pendant une nuit, dans une bouteille en

plastique transparent et mesurer le lendemain matin la hauteur de boue déposée.

- L'orpaillage avec l'utilisation du mercure, du cyanure et la pollution chimique : une surveillance accrue et continue des stations impactées est nécessaire. De même qu'en prospection minière, dès lors que des indices de mercure et de cyanure ont été détectés, il faut resserrer la maille d'échantillonnage pour pouvoir remonter jusqu'au terme source et ainsi trouver le ou les coupables. Des sanctions pourront être mises en place (sur la base du principe « pollueurs – payeurs »), mais sûrement mieux perçu par les orpailleurs, quelques propositions d'aménagements pour éviter l'écoulement dans la Falémé leur permettraient de travailler plus proprement et plus sûrement. Un système de rachat de ces effluents et rejets solides (pour les recycler ?) motiverait peut-être les orpailleurs.

7 BIBLIOGRAPHIE

ALOUÉIMINE BB, KANKOU MO, BELGHYTI D, 2017. An indexing approach for the assessment of heavy metals in drinking water produced by Mauritanian water treatment plant. *Scientific Study & Research* 18: 319 – 328.

ARYEE B.N., NTIBERY B.K., ATORKUI E., 2003: Trends in the small-scale mining of precious minerals in Ghana: A perspective on its environmental impact. *J. Clean. Prod.*; 11:131–140.

BA D., 2019, Contribution à l'étude d'impact des activités aurifères (traditionnelles) sur la qualité de l'eau de la Falémé, Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, spécialisation Génie Rural, ENSA Thiès, Université de Thiès, Sénégal, 79 p.

BARRINGER JL, SZABO Z, REILLY PA, 2013. Occurrence and Mobility of Mercury in Groundwater, Chapter 5. Licence In Tech, pp: 116 – 150.

BASU, N.; CLARKE, E.; GREEN, A.; LONG, R.; CALYS-TAGOE, B.; CHAN, L.H.M.; DZODZOMENYO, M.; FOBIL, J.N.; NEITZEL, R.L.; OBIRI, S.; ODEI, E.; OVADJE, L.; RAJAEI, M.; QUANSAH, R.; WILSON, M.L., 2015 : Integrated assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Ghana—Part 1: Human health review. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.*, 12, 5143–5176.

BELKHIRI L, TIRI A, MOUNI L 2018. Assessment of Heavy Metals Contamination in Groundwater: A Case Study of the South of Setif Area, East Algeria. IntechOpen, chapter 2, pp: 17–31. Doi: 10.5772/intechopen.75734.

CANTER LW (1987) Ground water quality protection, Lewis publications. Inc., Chelsea, MI, USA, pp: 650.

CRE-Laurentides (2009) L'oxygène dissous
http://www.troussedeslacs.org/pdf/fiche_oxygene.pdf

- CRE-LAURENTIDES (2009) Le pH http://www.troussedeslacs.org/pdf/fiche_ph.pdf
- DEPEW D.C., BASU N., BURGESS N.M., CAMPBELL L.M., DEVLIN E.W., DREVNICK P.E., HAMMERSCHMIDT C.R., MURPHY C.A., SANDHEINRICH M.B., WIENER J.G., 2012 : Toxicity of dietary methylmercury to fish: Derivation of ecologically meaningful threshold concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.*; 31:1536–1547. doi: 10.1002/etc.1859
- DRISCOLL CT, JAMES JK, AKEIVERFELDT, 1994. 13. Trace metals speciation and cycling in Biogeochemistry of small catchments: a tool for environmental research Edited by Moldan B, Cemy J (eds). pp. 299–322.
- DONKOR AK, NARTEY VK, BONZONGO JC, ADOLEY DK (2006). Artisanal Mining of Gold with Mercury in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 9:1-8.
- EDET AE ET OFFIONG OE, 2003. Evaluation of water quality pollution indices for heavy metal contamination monitoring. A study case from Akpabuyo–Odukpani area, Lower Cross River Basin (Southeastern Nigeria). *Geojournal* 57 : 295–304.
- EL- HAMID HTA ET HEGAZY TA, 2017. Evaluation of Water Quality Pollution Indices for Groundwater Resources of New Damietta, Egypt. *MOJ Eco Environ Sci.* 2: 1–5. Doi: 10.15406/mojes.2017.02.00045.
- ESDAILE LJ ET CHALKER JM, 2018. The Mercury Problem in Artisanal and Small-Scale Gold Mining. *Chem. Eur. J.* 24: 6905–6916. Doi: 10.1002/chem.201704840.
- ESTAY H., R. QUILAQUEO R-F. M., SERICHE G., CORTÉS I., GIM-KRUMM M., BARROS L, 2021. Enhancing the effectiveness of copper and cyanide recovery in gold cyanidation: A new integrated membrane process. *Hydrometallurgy* 2021, 202 , 105606. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2021.105606>
- GARVIN T., MCGEE T.K., SMOYER-TOMIC K.E., AUBYNN E.A., 2009: Community-company relations in gold mining in Ghana. *J. Environ. Manage.* ; 90:571–586.
- GERSON, JAQUELINE R./DRISCOLL, CHARLES/HSU-KIM, HEILEEN/BERNHARDT, EMILY S. 2018: Senegalese artisanal gold mining leads to elevated total mercury and methylmercury concentrations in soils, sediments, and rivers. In: *Elementa. Science of the Anthropocene*, 6:11, 10.1525/journal.elementa.274
- GIRI S, ET SINGH AK, 2019. Assessment of metal pollution in groundwater using a novel multivariate metal pollution index in the mining areas of the Singhbhum copper belt. *Environmental Earth Sciences* 78: 1-11. doi:10.1007/s12665-019-8200-9
- GOUVERNEMENT DU CANADA (2015) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Document technique- Le manganèse

<http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/watermanganese-eau/index-fra.php>

GROUPE D'EDUCATION ET D'ECOSURVEILLANCE DE L'EAU - G3E (2013) Les capsules du G3EOxygène dissous http://www.g3e-ewag.ca/programmes/capsules/courseau/physicochimie/oxygene_dissous.html

HAKANSON L. 1980. Ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Research*, 14, 5, 975-1001

HANNA D.E.L., SOLOMON C., POSTE A.E., BUCK D.G., CHAPMAN L.J., 2014 : A review of mercury concentrations in freshwater fishes of Africa: Patterns and predictors. *Environ. Toxicol. Chem.*; 34:215–223. doi: 10.1002/etc.2818.

HILSON, G.M., 2002: Harvesting mineral riches: 1000 years of gold mining in Ghana. *Resour. Policy*, 28, 13–26.

HSU-KIM H, ECKLEY CS, ACHA D, FENG X, GILMOUR CC, JONSSON S MITCHELL CPJ, 2018. Challenges and opportunities for managing aquatic mercury pollution in altered landscapes. *Ambio* 47 : 141–169. Doi 10.1007/s13280-017-1006-7.

LU K., LONG R., RAJAEI M., BASU N., AKIZILI J., ROBINS T., YEE A., SHARP C., RENNE E., WILSON M.L., 2011 *An Exploratory Study on the Effects of Social Resources, Environmental Exposures and Malaria Prevention Practices on the Prevalence of Malaria-Like Symptoms in a Gold-Mining Community in Ghana*. University of Michigan; Ann Arbor, MI, USA.

LU X, WANG L, LI LY, LEI K, HUANG L, KANG D, 2010. Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji, NW China. *Journal of Hazardous Materials*, *J Hazard Mater* 173: 744–749. Doi. 10.1016/j.jhazmat.2009.09.001.

Lusilao-Makiese J. G, Cukrowska E.M, Tessier E, Amouroux D & Weiersbye I. (2013). The impact of post gold mining on mercury pollution in the West Rand region, Gauteng, South Africa. *Journal of Geochemical Exploration*, 134 :111-119.

MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G., Berger, T.A., 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 20–31.

MERGLER D., ANDERSON H.A., CHAN L.H.M., 2007: Mahaffey K.R., Murray M., Sakamoto M., Stern A.H. Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern. *Ambio.* ;36 :3–11. doi: 10.1579/0044-7447(2007)36[3:MEAHEI]2.0.CO;2.

MDDELCC (2014) Les métaux dans les rivières du sud-ouest du Québec (2008-2011) www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/metaux-rivieres.pdf

MEIERFRANKENFELD D, ET THOENNESSEN M, 2009. Discovery of the Mercury Isotopes. Preprint submitted to atomic data and nuclear data tables. 17p.

MOEN J.E.T., CORNET J.P., EVERS C.W.A., 1985. Soil protection and remedial actions: criteria for decision making and standardization of requirements. 1st Int. Conf. on Contaminated Soil, 11-15 novembre 1985, Utrecht. Assink et Van der Brink, Eds.

MOHAN S. V., NITHILA P., AND REDDY S. J. 1996. Estimation of heavy metals in drinking water and development of heavy metal pollution index. J. Environ. Sci. Health 31A: 283-289. ICA no. M-3951.

NIAMKE K. H., EFFEBI K. R., N'DRI B. E., GONTONAN K. F., OGA . M-S., 2020 : Caractérisation des paramètres physiques et du taux de mercure des eaux dans un environnement d'orpaillage : cas de Kouaméfla dans le département d'Oumé (Centre de la Côte d'Ivoire). IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics (IOSR-JAGG).Volume 8, Issue 1 Ser. III (Jan – Feb 2020), 48-56.

NIANE, B., GUEDRON, S., FEDER, F., LEGROS, S., NGOM, P. M., & MORITZ, R., 2019, Impact of recent artisanal small-scale gold mining in Senegal: Mercury and methylmercury contamination of terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 669, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.108>

NIANE B., GUEDRON S., MORITZ R., COSIO C., NGOM P.M., DEVERAJAN N., PFEIFER H.R., POTE J., 2014, Human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining areas of Kedougou region, Senegal, as a function of occupational activity and fish consumption , *Environ. Sci. Pollut. Res.*, DOI 10.1007/s11356-014-3913-5.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2017.Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition incorporating the first Addendum, 631p.

LONG R., RENNE E., ROBINS T., WILSON M., PELIG-BA K., RAJAE M., YEE A., KOOMSON E., SHARP C., LU J., BASU N., 2013 : Water values in a Ghanaian small-scale gold mining community. *Hum. Organ.* ;72:199–210.

PACYNA E.G., PACYNA J.M., SUNDSETH K., MUNTHE J., KINDBOM K., WILSON S., STEENHUISEN F., MAXSON P., 2010: Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020. *Atmos. Environ.* 44 :2487–2499.

POSTHUMUS EDJ, 2019. L'impact de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or sur la santé humaine et l'environnement au Burkina Faso. World Waternet, 8p.

PRASAD B, ET BOSE JM, 2001. Evaluation of the heavy metal pollution index for surface and spring water near a limestone mining area of the lower Himalayas. Environ Geol. 41: 183–188.

Prasad B, Kumari P, Bano S, Kumari S (2014) Ground water quality evaluation near mining area and development of heavy metal pollution index. Appl Water Sci 4(1): 11-17.

RAJAE, M., OBIRI, S., GREEN, A., LONG, R., COBBINA, S. J., NARTEY, V., BUCK, D., ANTWI, E., & BASU, N., 2015: Integrated Assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Senegal -Part 2: Natural Sciences Review. *International journal of environmental research and public health*, 12(8), 8971–9011. <https://doi.org/10.3390/ijerph120808971>

REZAVERDINEJAD V, ET RAHIMI M, 2017. Seasonal Assessment of Nitrate, Nitrite, and Heavy Metals Pollution in Groundwater of Ardabil Aquifer, Iran. Pol. J. Environ. Stud. 26: 2267- 2276. Doi: 10.15244/pjoes/69943.

RUBIO B., NOMBELA M.A. ET VILAS F. 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ría de Vigo (NW Spain): An assessment of metal pollution. Marine Pollution Bulletin, 40, 968-980

SAEEDI M, LI LY, SALMANZADEH M, 2012. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons: Pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran. Journal of Hazardous Materials 15: 9–17. Doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.04.047.

SANTÉ CANADA (2006). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – L'arsenic. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). <http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/waterarsenic-eau/alt/water-arsenic-eau-fra.pdf>

SANTE CANADA (2009) Santé de l'environnement et du milieu de travail. Le Fer <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/iron-fer/index-fra.php>

SHEN F, MAO L, SUN R, DU J, TAN Z, DING M, 2019. Contamination evaluation and Source Identification of Heavy Metals in the Sediments from the Lishui River Watershed, Southern China. International Journal of Environmental Research and Public Health 16: 1 - 14. Doi: 10.3390/ijerph16030336.

Singh G, et Kamal RK, 2016. Heavy metal contamination and its indexing approach for groundwater of Goa mining region, India. *Appl Water Sci.* 7 : 1479–1485. Doi:10.1007/s13201-016-0430-3.

SINGH M., MÜLLER G. ET SINGH I.B. 2002. Heavy Metals in freshly deposited stream sediments of rivers associated with urbanisation of the Ganga Plain, India. *Water Air and Soil Pollution*, 141, 35-54.

SORGHO W. R. F., 2012 : Evaluation Environnementale et Sociale des sites d'orpaillage et stratégies de compensation : Cas du site de Mankarga dans la commune de Boudry au Burkina Faso. Master spécialisé en gestion durable des mines, 2IE, 68 p.

SYED S., 2012 : Recovery of gold from secondary sources—A review March 2012 *Hydrometallurgy* s 115–116:30–51. DOI: 10.1016/j.hydromet.2011.12.012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) *Global Mercury Assessment*. UNEP; Geneva, Switzerland: 2002. [Google Scholar]

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) *Africa: Atlas of Our Changing Environment*. Vol. 46 United Nations Environment Programme; Nairobi, Ghana: 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport*; UNEP: Geneva, Switzerland, 2013.

VALDIVIA S.M., UGAYA C.M.L., 2011 : Life cycle inventories of gold artisanal and small-scale mining activities in Peru. *J. Ind. Ecol.* ;15:922–936.

VAN STRAATEN P. 2000. Mercury contamination associated with small-scale gold mining in Tanzania and Zimbabwe. *Science of the Total Environment* 259:105-113

VEIGA MM, ET BAKER RF, 2004. Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by artisanal and small-scale gold miners. Vienna, Austria: GEF/UNDP/UNIDO. 289p.

VELÁSQUEZ-LÓPEZ P.C., VEIGA M.M., KLEIN B., SHANDRO J.A., HALL K., 2011 : Cyanidation of mercury-rich tailings in artisanal and small-scale gold mining: identifying strategies to manage environmental risks in Southern Ecuador. *J. Cleaner Prod.*, 19 (9-10) (2011), pp. 1125-1133

YARI AR ET SOBHANARDAKANI S, 2016. Water Quality Assessment of Ground water Resources in Qaleeh Shahin Plain Based on Cd and HEI. *International Archives of Health Sciences*, 3: 101-106.

CHAPITRE 3 : CONCEPTION D'UN SYSTEME DE SUIVI DE LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAUX DE LA FALEME ET PLAN D'ACTION POUR SA MISE EN ŒUVRE

1 DEFINITION DES MODALITES POUR LE DEPLOIEMENT D'UN SYSTEME DE SUIVI DE LA POLLUTION DE L'ORPAILLAGE

1.1 Modalités pour le déploiement d'un système de suivi de la pollution de l'orpillage

1.1.1 Conception d'un réseau d'observation des impacts de l'orpillage sur les eaux, les outils

1.1.1.1 Les indices de pollution des eaux de surface et souterraines

De façon générale, les résultats des analyses des eaux de surface prélevées dans le bassin de la Falémé montrent une présence des éléments trace métalliques (ETM) avec des teneurs ne dépassant pas les limites de qualité fixées par l'OMS pour l'ensemble des stations d'échantillonnage. Toutefois, certaines données s'approchent de ces limites.

Le Tableau 75 indique les paramètres statistiques des ETM dans les eaux de surface de la Falémé et dans les eaux de profondeur à proximité immédiate de la Falémé. La moyenne est calculée à partir de 13 échantillons prélevés durant cette étude.

Tableau 75 : Paramètres statistiques des métaux lourds des eaux de surface et souterraines dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons

Paramètres	Normes OMS 2018 (mg/l)	Eaux de surface (mg/l)			Eaux souterraines (mg/l)		
		Maximum	Minimum	Moyenne N=13	Maximum	Minimum	Moyenne N=13
CNT	0,07	0.017	0.01	0.01054	0.01	0.01	0.01
Hg	0,006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Al	0,2	2,35	0,05	1,28	0,32	0,05	0,07
As	0,01	0,005	0,005	0,01	0,008	0,005	0,01
Cd	0,003	0,005	0,005	0,01	0,005	0,005	0,01
Cr	0,05	0,011	0,005	0,01	0,005	0,005	0,01
Cu	2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe	0,05	3,55	0,28	1,72	0,11	0,01	0,02
Ni	0,07	0,008	0,005	0,01	0,005	0,005	0,01
Pb	0,01	0,01	0,005	0,01	0,005	0,005	0,01
Zn	3	0,08	0,02	0,02	0,15	0,02	0,04
Co	n/a	0,014	0,0002	0,008	0,0013	0,0002	0,0004
Mn	0,4	0,271	0,023	0,160	0,377	0,0022	0,098

Pour évaluer la contamination métallique des eaux de surface et souterraines du bassin, trois indices de pollution liés à la qualité des eaux de consommation ont été calculés. Il s'agit du facteur de contamination (FC), du degré de contamination (DC) et de l'indice de pollution des métaux lourds (HPI : heavy metal pollution index) (Mohan et al., 1996).

Les différentes valeurs moyennes des indices (FC, DC et HPI) sont présentées dans le Tableau 76. L'analyse de ce tableau révèle que les eaux de surface et les eaux souterraines (puits et forages) sont faiblement contaminées par le mercure (Hg < 0,20 microg/l), le plomb (Pb < 0,005 mg/l), le cadmium (Cd < 0,005 mg/l), l'arsenic (As < 0,005 mg/l). En revanche, les eaux de surface sont parfois fortement contaminées par le fer et enregistrent des valeurs importantes (Fe = 2,57 mg/l à Sansamba et 3,16 mg/l à Kolya et 3,55 mg/l à Moussala frontière), tandis que les eaux souterraines sont faiblement contaminées par le fer (Fe < 0,01 mg/l sur la plupart des stations de l'étude).

Tableau 76 : Indices de pollution des ETM dans des eaux de surface et des eaux souterraines sur les sites d'échantillons

Eaux de surface	Mercuré (Hg) (mg/l)	Plomb (Pb) (mg/l)	Cadmium (Cd) (mg/l)	Arsenic (As) (mg/l)	Fer (Fe) (mg/l)	FC	DC	HPI
Guémédji	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,49	0,003	-4,992	-76,14
Boto fleuve	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,79	0,004	-4,991	-76,14
Satadougou Bafé	<0,20	<0,007	<0,005	<0,005	3,02	0,011	-4,978	-76,13
Gareboureya	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,28	0,002	-4,993	-76,14
Moussala frontière	<0,20	<0,006	<0,005	<0,005	3,55	0,013	-4,976	-76,13
Sansamba	<0,20	<0,006	<0,005	<0,005	2,57	0,010	-4,981	-76,13
Kolya	<0,20	0,01	<0,005	<0,005	3,16	0,012	-4,976	-76,13
Ségoto	<0,20	<0,007	<0,005	<0,005	1,47	0,006	-4,986	-76,13
Tomboura	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	1,42	0,006	-4,988	-76,13
Dounde	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	1,24	0,005	-4,989	-76,13

Eaux de surface	Mercuré (Hg) (mg/l)	Plomb (Pb) (mg/l)	Cadmium (Cd) (mg/l)	Arsenic (As) (mg/l)	Fer (Fe) (mg/l)	FC	DC	HPI
Sinthiou Dialiguel	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	1,91	0,008	-4,985	-76,13
Ballou	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	1,9	0,007	-4,985	-76,13
Yaféra	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,6	0,003	-4,992	-76,14
Eaux souterraines	Mercuré (Hg) (mg/l)	Plomb (Pb) (mg/l)	Cadmium (Cd) (mg/l)	Arsenic (As) (mg/l)	Fer (Fe) (mg/l)	FC	DC	HPI
Guémédji	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,11	0,00152	-4,9942	-76,137
Boto fleuve	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Satadougou Bafé	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Gareboureya	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Moussala frontière	<0,20	<0,005	<0,005	0,008	<0,01	0,00124	-4,9946	-76,138
Sansamba	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Kolya	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Ségoto	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,02	0,00148	-4,9896	-75,900
Tomboura	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Dounde	<0,20	<0,005	<0,005	<0,007	0,03	0,00129	-4,9945	-76,137
Sinthiou Dialiguel	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	0,00118	-4,9947	-76,138
Ballou	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	<0,03	0,00125	-4,9946	-76,138
Yaféra	<0,20	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	0,00132	-4,9945	-76,137

Le degré de contamination (DC), utilisé comme référence pour estimer l'intensité de la contamination des eaux, révèle un faible degré de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines (puits et forages). En effet, la valeur moyenne calculée est estimée à -4,986 pour les eaux de surface et -4,994 pour les eaux souterraines. Ces valeurs, largement inférieures à la valeur 1, indiquent une faible contamination, pour l'ensemble des eaux du Sénégal.

Le HPI appliqué aux eaux, afin d'évaluer leur niveau de pollution, révèle une faible pollution des eaux, avec une valeur moyenne de -73,16 pour les eaux de surface et -76,12 pour les eaux souterraines. Ces valeurs restent inférieures à 100, définie comme valeur critique par Prasad et Bose (2001). Nous pouvons en conclure qu'aucune station de prélèvements des eaux de surface ni d'eaux souterraines, retenues dans ce projet, ne s'est révélée fortement polluée, malgré la présence de l'orpaillage et des rejets miniers dans la Falémé.

Le facteur de contamination (FC), dans les eaux de surface comme dans les eaux souterraines, ses valeurs sont inférieures à 1 (la moyenne étant de 0,007 pour les eaux de surface et 0,001 pour les eaux souterraines), indique un faible niveau de contamination.

Le coefficient de corrélation de Pearson a été utilisé pour mettre en évidence l'implication de Hg, Pb, Cd, As et Fe dans la pollution des eaux de surfaces et des eaux souterraines dans le bassin de la Falémé, à travers une matrice de corrélation (Tableau 29). Le HPI, qui est le principal indice d'évaluation de la pollution des eaux par les ETM, est le principal indice analysé dans la matrice de corrélation pour

examiner le rôle que joue chaque élément dans la toxicité des eaux. Parmi les paramètres, le Tableau 769 révèle que le fer est le seul élément fortement corrélé au HPI, avec un coefficient de corrélation de Pearson de 1,00 pour les eaux de surface et 0,97 pour les eaux souterraines. Cette même corrélation est aussi notée entre le fer et les indices FC et DC dans le bassin de la Falémé. Certains ETM pris deux à deux expriment d'importantes liaisons. Le fer est faiblement lié au plomb (0,63) sur les eaux de surface et à un degré moindre et négatif avec l'arsenic (-0,10). A partir de ces valeurs, il est possible d'envisager que la faible ou l'absence de corrélation du fer avec Pb et As indique une source oxydée du fer, donc provenant du profil latéritique, et non pas sulfurée (galène, arsénopyrite), c'est-à-dire issue des tailings des orpailleurs.

En outre, le manque de liaison du HPI avec les autres éléments comme Hg, Cd et As converge vers la même idée, à savoir que la présence de ces éléments est issue de deux sources : la lithologie des roches de la zone et les activités minières. Sur la base des résultats obtenus, le HPI est l'indice idéal pour évaluer la qualité des eaux.

1.1.1.2 Critères de qualité des sédiments

Les résultats des teneurs en élément trace métallique (Tableau 77) révèlent la présence de Hg, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Mn et Zn dans tous les échantillons de sédiments.

À partir de ces données, il est possible d'évaluer les effets négatifs potentiels des sédiments en se basant sur les critères de qualité des sédiments, développés par Macdonald et al. (2000), pour les écosystèmes d'eau douce. Ces critères permettent d'estimer le risque probable de ces sédiments pour la faune benthique et la santé des êtres humains. Les auteurs proposent deux seuils de concentration : une concentration d'effet probable (PEC : Probable Effect Concentration), au-dessus de laquelle des effets toxiques sont susceptibles d'être induits, et un niveau d'effet de seuil (TEL : Threshold Effect Level), en dessous duquel aucun effet nocif n'est produit probable.

Le Tableau 77 et le Tableau 78 donnent les paramètres statistiques des métaux lourds dans les sédiments de la Falémé au Sénégal

Tableau 77 : Paramètres statistiques des métaux lourds des sédiments dans le bassin de la Falémé sur les sites d'échantillons

Paramètres	Maximum	Minimum	Moyenne
Matière sèche (% PB)	79	59,5	70,6
Refus Pondéral à 2 mm (% PB)	39,1	1	23,0
Cl (mg/kg M.S.)	374	20	88,8
NO3 (mg/kg M.S.)	46,6	20	22,2
NO2 (mg/kg M.S.)	20	20	20,0
SO4 (mg/kg M.S.)	290	59,5	102,8
NTK (g/kg M.S.)	1,8	0,5	0,7
CNT (mg/kg M.S.)	0,5	0,5	0,5
Al (mg/kg M.S.)	21200	5160	12862,3
As (mg/kg M.S.)	263	3,39	42,9
Cd (mg/kg M.S.)	0,67	0,4	0,4

Paramètres	Maximum	Minimum	Moyenne
Ca (mg/kg M.S.)	1920	741	1334,2
Cr (mg/kg M.S.)	216	39,7	106,8
Co (mg/kg M.S.)	35,6	6,41	17,9
Cu (mg/kg M.S.)	115	9,31	34,2
Sn (mg/kg M.S.)	5	5	5,0
Fe (mg/kg M.S.)	79800	16100	41507,7
Mg (mg/kg M.S.)	4440	734	2042,6
Mn (mg/kg M.S.)	736	152	404,5
Ni (mg/kg M.S.)	57,5	10	26,6
Pb (mg/kg M.S.)	18,2	6,09	13,1
K (mg/kg M.S.)	1690	321	877,6
Si (mg/kg M.S.)	496	232	362,8
Na (mg/kg M.S.)	97,5	34,9	54,5
Zn (mg/kg M.S.)	43,4	12,4	29,5
Hg (mg/kg M.S.)	0,11	0,1	0,1

Tableau 78 : Comparaison des teneurs en métaux des sédiments avec les critères de qualité des sédiments des eaux douces de Mac Donald et al., (2000)

Paramètres	As	Cd	Cr	Hg	Pb	Zn	Mn	Cu
SQGs-PEC	33	5	110	1,1	130	460	1100	150
Guémédji	5,38	<0,40	110	<0,10	16,3	41,1	458	21,3
Boto fleuve	17,9	<0,40	159	<0,10	15,6	37,7	547	32,9
Satadougou Bafé	8,91	<0,40	121	<0,10	16	30,9	172	27,7
Gareboureya	36,5	<0,40	216	<0,10	18,2	43,4	736	64,4
Moussala frontière	263	0,67	172	0,11	17,8	34,4	416	115
Sansamba	62,4	<0,40	159	<0,10	17,3	38,3	628	42,6
Kolya	3,81	<0,40	45,5	<0,10	6,09	12,4	163	9,31
Ségoto	12,4	<0,40	63,1	<0,10	9,82	23,3	316	19,4
Tomboura	6,7	<0,40	39,7	<0,10	7,58	16,8	259	13,7
Dounde	6,43	<0,40	46,2	<0,10	10,1	21,7	407	17,4
Sinthiou Dialiguel	3,39	<0,40	43,4	<0,10	7,91	19,2	401	13,5
Ballou	114	0,4	151	0,1	17,8	39,4	603	46,6
Yaféra	16,9	<0,40	62,6	<0,10	10,1	25,5	152	21,2

Abréviation : SQGs-PEC : Sediment Quality Guidelines - Probable Effect Concentration.

1.1.1.3 Cadre législatif lié à la gestion de l'orpaillage dans les pays concernés

Le Mali et le Sénégal sont engagés dans différentes initiatives internationales en rapport avec la protection des ressources minières qui sont présentées dans la section suivante. Ils ont ratifié ou accédé à différentes conventions internationales, dont notamment celles portant sur l'Exploitation Minière Artisanale à Petite Échelle (EMAPE).

Sur le plan régional, différents textes ont été adoptés et les deux pays sont engagés dans ces initiatives. On peut signaler les textes suivants :

La Vision du Régime minier de l'Afrique a été adoptée par les Chefs d'État et de Gouvernement lors du Sommet de l'Union africaine (UA) de 2009. La « Vision » met en avant un cadre global pour l'amélioration des régimes miniers en Afrique dont l'objectif est de créer un équilibre entre les exigences en matière de transparence et de responsabilisation et la nécessité d'intégrer l'exploitation minière dans le développement à long terme de l'Afrique, et ce, à l'échelle régionale, nationale et locale. La « Vision » propose d'encourager la création de petites exploitations minières communautaires et artisanales résilientes ou ASM.

Depuis sa création en 1972, l'OMVS a élaboré différents textes relatifs à la protection des ressources naturelles du Bassin du Fleuve Sénégal. On peut citer, parmi ces textes :

L'article 1 précise que le fleuve Sénégal est déclaré fleuve international y compris ses affluents dans le cadre des dispositions de la présente Convention relative au Statut juridique du fleuve Sénégal. Sur la rive gauche, la Falémé est l'affluent le plus important qui contribue à plus de 25 % à l'alimentation en eau du fleuve Sénégal. La Falémé, longue de 650 Km, prend sa source à 800m d'altitude au Nord du Fouta-Djalon (Guinée). Elle se jette dans le fleuve Sénégal à 30 Km en amont de Bakel. Avec la convention, les États concernés affirment solennellement leur volonté de développer une étroite coopération pour exploiter rationnellement les ressources du fleuve Sénégal et garantir la liberté de navigation et l'égalité de traitement des utilisateurs (art. 2).

La Charte des Eaux du Fleuve Sénégal a été adoptée le 28 mai 2002 à Nouakchott. Elle a été ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 24 juillet 2002 et le 28 mai 2003. La Charte a pour objet, notamment de : fixer les principes et les modalités de la répartition des eaux du fleuve Sénégal entre les différents secteurs d'utilisation, déterminer les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement, particulièrement en ce qui concerne la faune, la flore, les écosystèmes des plaines inondables et des zones humides (art. 2). Le champ d'application de la Charte est assez vaste, car concerne l'ensemble du bassin hydrographique du fleuve Sénégal y compris les affluents, les défluent et les dépressions associées (art. 3). La Charte indique que la répartition des eaux entre les usages intègre notamment le développement quantitatif et qualitatif de la production minière (art. 5). Par ailleurs, pèsent sur les États, la nécessité de protéger et de préserver l'écosystème du fleuve. Ils doivent prendre les dispositions de nature à prévenir, réduire ou maîtriser les événements ou conditions résultant de causes naturelles ou d'activités humaines qui risquent de causer un dommage aux autres États, à l'environnement du fleuve, à la santé ou à la sécurité de l'Homme. L'estimation initiale du Mali a fait ressortir que parmi les problèmes environnementaux, figure le tarissement des cours d'eau par le dragage dans les

fleuves Gambie et la Falémé (p. 22). En outre, les États doivent établir conjointement la liste des substances dont la présence dans les eaux du Fleuve doit être interdite, limitée, étudiée ou contrôlée et œuvrer de concert afin de lutter contre les pollutions ponctuelles ou diffuses (art. 16).

Le Mali et le Sénégal sont des États membres d'organisations communautaires, comme la CEDEAO et l'UEMOA. Ces dernières ont adopté des textes en rapport avec la politique minière et de gestion des ressources naturelles. Les textes suivants sont importants concernant l'EMAPE d'Or.

Le Code minier communautaire régit l'ensemble des opérations relatives à la prospection, à la recherche, à l'exploitation, à la détention, à la circulation, au traitement, au transport, à la possession, à la transformation et à la commercialisation de substances minérales sur toute l'étendue du territoire de l'Union, à l'exception des hydrocarbures liquides ou gazeux (art. 2). Le Code donne la définition suivante de l'exploitation artisanale : « toute exploitation dont les activités consistent à extraire et concentrer des substances minérales et à récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels et traditionnels » (art. 1.13). Par conséquent, ne peuvent être considérés comme site EMAPE d'Or que ceux qui répondent aux caractéristiques de la définition, à savoir l'extraction et la concentration des substances minérales, la récupération de produits marchands et l'utilisation de méthodes et procédés manuels et traditionnels. Concernant les règles de sécurité et d'hygiène applicables aux travaux de prospection, de recherche et d'exploitation de substances minérales, au transport, au stockage, à l'utilisation des produits dangereux, à la protection de l'environnement, à la réhabilitation des sites exploités et à la conservation du patrimoine forestier et archéologique sont fixées par la réglementation minière au sein de l'Union (art. 11). C'est dans le cadre de cette réglementation que l'Acte additionnel n° 01/2008/CCEG/UEMOA portant politique commune d'amélioration de l'environnement de l'UEMOA a été adopté.

La mise en œuvre de l'EMAPE exige le respect des normes environnementales et sociales de la banque mondiale. Il s'agit du Cadre Environnemental et Social (CES) de la Banque Mondiale et des normes de performance de l'IFC (Société Financière Internationale). Le CES comprend dix Normes Environnementales et Sociales (NES).

1.1.1.4 Impact sur l'hydrologie de la Falémé

L'exploitation des mines en général, celle de l'or en particulier, met en œuvre, d'une part, des techniques d'extraction qui modifient l'environnement à cause du déplacement de gros volumes de terre / sédiments et/ou de roches et, d'autre part, des techniques de traitement du minerai qui utilisent des produits hautement polluants, toxiques et nocifs pour la santé humaine et le biote, tels que le cyanure (CN) et le mercure (Hg). L'exploitation minière artisanale, en particulier de l'or, est quant à elle essentiellement basée sur l'utilisation de CN et Hg. Sur les deux rives de la Falémé, les sites, le plus souvent informels, d'exploitation de l'or se développent intensément et l'absence de contrôle étatique de telles installations accroît la menace de dégradation des milieux, notamment aquatiques.

En somme, les impacts sur l'eau sont l'épuisement des ressources en eau de surface ou de profondeur (utilisation massive d'eau pour l'extraction ou le lavage du minerai, rejets d'eau lors du fonçage), la pollution des eaux de surfaces et/ou souterraines, la destruction du lit et des berges de la Falémé.

Le Tableau 79 résume les impacts écologiques de l'orpaillage sur les systèmes aquatiques.

Tableau 79 : Impacts de l'orpaillage et de l'extraction d'eau artisanale et à petite échelle sur les systèmes d'eau (Source : Rajae et al., 2015)

Systèmes	Impacts	Conséquences
Eaux souterraines	Diminution des réserves	Facteurs de stress pour le biote aquatique ;
	Pénuries d'eau	
	Contamination de l'eau	
Eaux de surface	Diminution des réserves	Facteurs de stress sur les personnes ;
	Pénuries d'eau	
	Contamination de l'eau	Facteurs de stress sur l'agriculture et la faune
	Envasement	
Terre	Erosion	
	Inondation	
Biote	Déforestation Disparition d'espèces protégées	

1.1.1.5 Critères d'évaluation des impacts sur les composantes du milieu physique

Pour évaluer les impacts de l'orpaillage sur les sites de la Falémé, cinq critères ont été retenus. Il s'agit de :

- La nature de l'impact,
- L'intensité,
- La portée,
- La durée,
- La réversibilité.

L'évaluation des impacts de l'orpaillage sur l'environnement selon les critères ainsi définis et les composantes environnementales (ressources en eau de surface et souterraines) sont présentées dans le Tableau 80.

Il est possible d'évaluer la capacité de la composante perturbée à reprendre un fonctionnement normal, identique à celui de son état initial. L'impact est alors réversible. Lorsque le fonctionnement ne peut être repris comme indiqué précédemment, on parlera plutôt du caractère irréversible de l'impact. Les trois critères suivants : intensité, portée et durée sont associés afin de déterminer l'intensité absolue de l'impact (Tableau 80 et Tableau 81). L'intensité majeure sera représentée par trois signes plus (+++), l'intensité moyenne par deux signes plus (++) et l'intensité mineure par un signe plus (+). Ces tableaux sont basés sur une méthode d'analyse et d'évaluation des risques (basée sur la grille de FECTEAU) qui permet de les hiérarchiser afin d'en maîtriser les plus critiques (les plus graves et les plus fréquents).

Tableau 80 : Critères d'évaluation des impacts (d'après la grille de Fecteau)

Intensité	Portée	Durée	Intensité absolue
Haute (H)	Nationale (Nat)	Long terme (Lt)	Majeure (+++)
		Moyen terme (Mt)	Majeure
		Court terme (Ct)	Majeure
	Régionale (R)	Long terme	Majeure
		Moyen terme	Moyenne (++)
		Court terme	Moyenne
	Locale (L)	Long terme	Majeure
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Mineure (+)
Moyenne (M)	Nationale	Long terme	Majeure
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Moyenne
	Régionale	Long terme	Moyenne
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Moyenne
	Locale	Long terme	Moyenne
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Mineure
Faible (F)	Nationale	Long terme	Majeure
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Mineure
	Régionale	Long terme	Moyenne
		Moyen terme	Moyenne
		Court terme	Mineure
	Locale	Long terme	Mineure
		Moyen terme	Mineure
		Court terme	Mineure

Tableau 81 : Matrice d'évaluation des impacts de l'orpaillage sur les sites de la Falémé

Elément de l'environnement	Phase d'activité	Impacts principaux	Evaluation					
			Nature	Intensité	Portée	Durée	Intensité absolue	Ré/Ir*
EAUX DE SURFACE	Stockage des déblais	Comblement des mares, modification	N	M	L	Lt	++	Ir
	Lavage du minerai	Diminution des ressources en eaux	N	M	R	Mt	++	Ré
	Lavage du minerai, dragage et rejet des eaux	Matières en suspension, modification physico-chimique	N	M	Nat	Lt	+++	Ir
	Mélange, amalgamation	Déversement des eaux usées chargées en Hg et autres métaux	N	H	Nat	Lt	+++	Ir
	Cyanuration	Déversement des eaux usées chargées en CN ⁻ et autres métaux	N	H	Nat	Mt/Lt	+++	Ré/Ir
	Concentration, filtration	Déversement de métaux lourds via les eaux usées dans l'environnement	N	H	Nat	Lt	+++	Ir
EAUX SOUTERRAINES	Eau d'exhaure	Diminution des ressources en eau	N	M	R	Ct	++	Ré
	Ouverture des puits	Disponibilité des ressources en eaux	P	M	R	Lt	++	Ré
	Déversement des eaux pendant l'amalgamation	Infiltration et contamination des nappes	N	H	R	Lt	+++	Ir
	Déversement des eaux pendant la cyanuration	Infiltration et contamination des nappes	N	H	R	Lt	+++	Ir
	Déversement des eaux pendant la concentration, et filtration	Infiltration et contamination des nappes	N	H	R	Lt	+++	Ir
SOL	Ouverture des puits	Impraticabilité du terrain, érosion	N	H	L	Lt	+++	Ir
	Stockage des déblais	Dégradation physique du sol, modification du relief	N	M	L	Lt	++	Ir
	Stockage des résidus de traitement	Dégradation physique du sol, modification du relief	N	H	L	Lt	+++	Ir
	Mélange, amalgamation	Epannage des eaux chargées en Hg et autres métaux	N	H	R	Lt	+++	Ir
	Cyanuration	Epannage des eaux chargées en CN ⁻ et autres métaux	N	H	R	Lt	+++	Ir
	Concentration, filtration	Abandon des copeaux de zinc et autres produits sur le sol	N	H	L	Lt	+++	Ir
	Traitement et raffinage par chauffage de l'amalgame à l'air libre	Retombée des vapeurs de mercure au sol	N	H	L	Lt	+++	Ir

Lt : Long terme ; Mt Moyen terme ; Ct : Court terme ; Nat : Nationale ; R : Régionale ; L : Locale ; Ré : Réversible dans les conditions locales ; Ir : Irréversible dans les conditions locales

La matrice d'évaluation identifie ainsi les activités ayant un impact majeur, de même que les composantes environnementales impactées. Les eaux de surface et les eaux souterraines ont une très grande sensibilité, ce qui explique la gravité des conséquences de l'orpaillage sur ces éléments de l'environnement (Tableau 82).

Tableau 82 : Impacts environnementaux de l'EMAPE et leurs causes et conséquences

PROBLEME / PREOCCUPATION		CAUSE	CONSEQUENCE
Ressources foncières	Déboisement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Défrichage des terres pour la construction de la mine, l'expansion, etc. 	Le défrichement des terres pour la construction de mines peut entraîner un défrichement à petite échelle ou une déforestation à plus grande échelle. Quelle que soit l'échelle, la déforestation ou le déboisement a des impacts sur la biodiversité, les services écosystémiques et l'atténuation du changement climatique (par exemple, les puits de carbone).
	Glissements de terrain,	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mauvaise construction d'une mine. ▪ Déforestation (qui déstabilise la surface du sol). 	Les glissements de terrain dans une mine active peuvent causer des pertes en vies humaines. Les glissements de terrain dans les cours d'eau réduiront la qualité de l'eau et modifieront le débit du cours d'eau, ce qui entraînera une érosion supplémentaire et peut-être une inondation.
	Contamination chimique du sol,	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déversement de produits chimiques ou de matériaux excavés sur le sol. 	Les produits chimiques dans le sol peuvent rendre la culture difficile et les cultures peuvent accumuler des métaux lourds et d'autres composés qui sont transférés à l'homme lorsqu'ils sont consommés.
	Perte et érosion de la couche arable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déforestation. ▪ Mauvais contrôles de l'érosion. ▪ Mélange de terre végétale avec d'autres matériaux excavés. ▪ Libération de contaminants dans le sol ou de polluants naturels, rendant le sol inutilisable. 	La perte de la couche arable peut rendre les terres infertiles de sorte que l'agriculture ne peut pas se produire et / ou créer un problème d'érosion persistant en raison du manque de végétalisation.
	Contamination de l'approvisionnement alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bioaccumulation de contaminants chimiques. ▪ Contamination chimique du sol et de l'eau. 	Le mercure et d'autres contaminants peuvent s'accumuler dans les plantes et les animaux comestibles et être transférés à l'homme lors de l'ingestion dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire locales et mondiales.

PROBLEME / PREOCCUPATION		CAUSE	CONSEQUENCE
	Perte de biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déforestation. ▪ Contamination chimique et / ou physique. ▪ Altération des Services écosystémiques 	Les plantes et les animaux que la communauté utilise généralement peuvent ne pas être disponibles. Les processus naturels qui entretiennent les sources de nourriture et les sols fertiles en aval sont négativement affectés.
Ressources en eau	Contamination chimique de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abandon de produits chimiques miniers tels que le mercure ou le cyanure. ▪ Désintégration des minerais excavés (drainage rocheux acide). ▪ Lavage des minerais dans l'eau de surface. Méthylation du mercure de l'EMAPE. 	<p>Les métaux lourds dans l'eau potable peuvent causer des problèmes de santé chez les humains. Les métaux lourds et d'autres contaminants auront également un impact sur les espèces aquatiques que la communauté locale utilise pour la nourriture.</p> <p>La contamination de l'approvisionnement en eau peut également avoir un impact sur la chaîne d'approvisionnement alimentaire mondiale pour le poisson ou d'autres ressources.</p>
	Contamination physique de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosion, en particulier lorsque les canaux de cours d'eau sont perturbés. ▪ L'abandon des débris, des déblais et des détritiques. ▪ Dragage des sédiments fluviaux pour le traitement des minéraux. 	L'eau boueuse de l'érosion peut tuer les espèces aquatiques utilisées pour la nourriture et rendre l'eau impropre à la consommation.
	Eau stagnante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fosses de mines non remplies. ▪ Inondation localisée due à la perturbation du canal. 	L'eau stagnante engendre des moustiques et est en plus susceptible d'abriter des agents pathogènes si elle est bue par des personnes ou des animaux. De plus grandes fosses remplies d'eau peuvent constituer un danger de noyade pour les personnes et les animaux.
ressources aériennes	La pollution ou contamination de l'air	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les émissions ou fumées toxiques provenant des combustibles utilisés dans les véhicules ou les machines autour des sites EMAPE. 	Le dioxyde de carbone et d'autres émissions contribuent au changement climatique.

Un réseau de surveillance de la qualité de l'eau consiste en une série de stations, utilisées pour surveiller les concentrations de produits chimiques (nutriments, métaux traces, pesticides/herbicides, micropolluants organiques industriels, huiles et graisses [UNEP & WHO, 1996]), bactéries, température de l'eau et la charge sédimentaire (masse de fragments). La surveillance de la qualité des eaux souterraines et de surface aide les gestionnaires de l'eau à déterminer si elle est acceptable pour la consommation, l'assainissement, la santé, l'utilisation commerciale et industrielle, l'agriculture et l'irrigation.

La surveillance de la qualité de l'eau consiste à la mesure et l'analyse des paramètres physico-chimiques (la température, le pH, l'oxygène dissous, la conductivité et la turbidité), microbiologiques et chimiques. Les échantillons d'eau doivent être prélevés, puis transportés et analysés en laboratoire avec un bref délai, pour obtenir les résultats de quelques jours à quelques semaines selon le temps de transport et les méthodes d'analyse. Un moyen indirect mais commode pour connaître la qualité de l'eau de la Falémé serait de déterminer les concentrations en ETM dans les sédiments qui sont, dans le cas de la Falémé, d'excellents marqueurs de la pollution induite par l'orpaillage ; des équipes mobiles munies d'analyseurs XRF à main ou portables prendraient les mesures in situ.

Les valeurs de surveillance sont comparées aux normes établies par les organismes de réglementation pour déterminer si l'eau convient à un usage particulier. Différentes utilisations de l'eau nécessitent différents niveaux de qualité de l'eau (par exemple, la qualité de l'eau pour la boisson et l'irrigation ont des normes différentes).

La charge sédimentaire totale du fleuve est la somme des charges sédimentaires en suspension, charriées. Pour mesurer la charge totale de sédiments, il faut l'avoir séparée, puis séchée, tamisée et pesée au laboratoire. La surveillance et la quantification de la charge sédimentaire aident les gestionnaires de l'eau à élaborer des politiques, à concevoir des infrastructures et à gérer des projets.

1.1.1.6 Conception du réseau

Pour la caractérisation générale et la surveillance de la qualité de l'eau, le réseau doit comprendre des stations de référence, des stations en aval d'une pollution potentielle majeure et des stations en amont d'utilisations majeures de l'eau. Le présent programme de mesures des états chimiques et physico-chimiques réalisé d'amont en aval et sur les 2 rives de la Falémé est un premier état des lieux. Il sert de base au futur programme transfrontalier de surveillance de la qualité des différentes masses d'eau existantes (lit vif, marres, nappes souterraines).

Comme il s'agit d'un programme transfrontalier, les différents acteurs doivent d'abord s'accorder sur les objectifs et les moyens afférents au sein d'une instance commune existante, en l'occurrence l'OMVS semble toute indiquée pour ce faire. La création d'une nouvelle entité de supervision est tentante, mais elle induirait certainement une charge supplémentaire au niveau des Etats.

Pour démarrer, la conception du réseau de surveillance doit être « léger » pour intervenir rapidement et n'importe où le long de la zone transfrontalière Sénégal – Mali... et aussi Guinée qui pourrait aussi y adhérer car la Falémé y est aussi orpaillée.

Les objectifs suivis par le réseau devraient être plus complets que ceux de la présente mission, à savoir qu'il faut bien sûr surveiller les paramètres chimiques, physico-chimiques et hydrologiques, mais aussi l'état écologique en considérant l'écosystème dans son ensemble (faune et flore). Pour l'interprétation de ces mesures, il faut aussi tenir le journal météo du jour du prélèvement (en particulier : température, pression atmosphérique) et connaître aussi la météo des jours précédents : orages, vents de sable...

L'atteinte du bon état général qualitatif (« potabilité ») et quantitatif (volume d'eau disponible) est évalué sur les eaux de surface et de profondeur, en fonction des saisons (sèche et pluie).

La localisation des stations de mesures doit être guidée par leur facilité et rapidité d'accès. Il est raisonnable d'imaginer environ 5 x 2 (soit 10) stations de contrôles sur la partie transfrontalière Sénégal – Mali. La saisie des données sur des fiches descriptives au format papier ou numérique est indispensable. Le modèle de fiches que nous avons utilisé est une base de travail à éventuellement modifier.

1.1.1.7 **Durée de la surveillance**

Les réseaux de référence, destinés à analyser les tendances de la qualité de l'eau sur un grand bassin ou aquifère, nécessitent un programme de surveillance à long terme. À l'inverse, les réseaux de projet abordant des problèmes spécifiques au site, sont de plus courte durée et sont ciblés dans leur effort de collecte. Pour ces derniers, idéalement, le suivi a lieu avant, pendant et après les activités d'orpaillage. Si l'activité a pollué la zone, la surveillance peut se poursuivre pendant des années ou des décennies après la cessation des activités.

1.1.1.8 **Fréquence de mesure**

La fréquence d'échantillonnage de l'eau dépend des objectifs du programme d'échantillonnage et de la masse d'eau d'intérêt (UNEP & WHO, 1996), mais aussi des montants qu'on souhaite y affecter.

Les aquifères réagissent lentement aux apports qui affectent la qualité de leurs eaux, par conséquent, la collecte d'échantillons discrets à une fréquence d'échantillonnage trimestrielle ou saisonnière est adéquate.

La Falémé est soumise à des changements rapides de débit dus aux pluies tropicales, qui peuvent avoir un effet négatif sur la qualité de l'eau en quelques jours, heures ou même quelques minutes.

Les paramètres biologiques et chimiques présentent souvent des réponses diurnes liées à la lumière du soleil, à la photosynthèse et à la respiration végétale. Pour comprendre ces processus, un suivi détaillé initial est nécessaire (UNEP & WHO, 1996). La surveillance continue est un moyen efficace pour comprendre les processus. Une fois les processus compris, la fréquence d'échantillonnage peut être ajustée. Toutefois, dans le cas de la Falémé, la charge minérale est si forte que la simple observation de l'écoulement permet de constater qu'il n'y a effectivement aucune vie possible et donc qu'il n'y a plus ou quasiment plus ni plantes, ni phytoplancton et ni algues. En conséquence, on peut considérer qu'il n'y a plus de processus biochimiques à comprendre pour cette rivière, tant que les orpailleurs continueront à y déverser leurs déchets et à remuer les sédiments du lit vif.

Pour les sédiments, une fois que des données ont été obtenues à partir d'un seuil spécialement aménagé pour caractériser le transport des sédiments, une courbe d'évaluation débit-sédiments ou turbidité-sédiments est calculée. La courbe de tarage est ensuite appliquée à l'enregistrement de séries chronologiques de débit ou de turbidité, surveillés en continu pour estimer la charge sédimentaire. Après l'étalonnage initial, le site doit être périodiquement échantillonné pour confirmer la validité de la courbe de tarage. Ce dispositif classique permet d'avoir des mesures précises mais il est compliqué, car il nécessite la construction d'un seuil et un appareillage ad hoc (débitmètre, turbidimètre). Aussi dans un premier temps, et pour impliquer les populations riveraines, une alternative serait d'évaluer le taux de boue (d'argiles) décanté au fond d'une bouteille.

1.1.1.9 Échantillons ponctuels ou intégrés

L'échantillon d'eau prélevé sur un site doit être représentatif de la qualité de l'eau à cet endroit. Par conséquent, il faut prendre soin de déterminer si un seul échantillon « ponctuel » est suffisant ou si une collecte intégrée d'échantillons est nécessaire. Pour qu'un échantillon ponctuel soit suffisant, le mélange vertical et latéral des polluants doit être homogène dans toute la masse d'eau. Dans des conditions fluviales, le lieu d'échantillonnage doit être choisi par rapport aux sources ponctuelles de pollution. La pollution dans une rivière peut nécessiter plusieurs kilomètres pour que l'eau soit entièrement impactée à travers le lit de la rivière (UNEP & WHO, 1996). Si les échantillons donnent différentes concentrations de polluants, plusieurs échantillons ou un échantillonneur intégré devront être utilisés pour la surveillance du site. L'évaluation doit être effectuée dans des conditions d'écoulement multiples pour vérifier que les conditions de mélange sont cohérentes pour les différents rejets. Dans le cas de la Falémé, les conditions d'accès aux berges sont rendues difficiles par l'abondance de la végétation, le fort escarpement des berges en période de basses eaux et le manque de pistes carrossables pour y accéder. Il faut garder à l'esprit que le suivi est un travail systématique et non pas un travail de recherche à but universitaire. Il faut donc suppléer un léger manque de rigueur scientifique par une répétition des tâches de prélèvement d'eau. Statistiquement les résultats donneront un image géochimique correcte de la qualité de l'eau. Dans ces conditions et dans un premier temps, il est possible de conserver la méthode de prélèvement utilisée durant le présent projet, à savoir des prélèvements ponctuels régulièrement espacés tout le long du cours de la Falémé.

1.1.1.10 Les échantillonneurs

Pour les plans d'eau peu profonds, comme la Falémé, l'échantillon doit être prélevé à environ 20 à 30 cm sous la surface de l'eau. En saison sèche et à certains endroits, il peut arriver que la profondeur de l'eau soit inférieure à 40 cm, alors l'échantillon sera prélevé à la moitié de la profondeur réelle de l'eau. Pour les échantillons ponctuels plus profonds, des instruments sont disponibles pour échantillonner à la profondeur prescrite. Pour les échantillons intégrés sur la colonne d'eau, toute une gamme d'échantillonneurs est aussi disponible, adaptée à la profondeur à échantillonner. Ceux-ci peuvent être déployés à la main, à partir d'un pont ou d'une pirogue.

Pour les paramètres chimiques, le type de flacon à utiliser, les conservateurs et la réfrigération dépendront du polluant et de la méthode d'analyse choisie pour évaluer l'échantillon. Le plus simple pour l'opérateur est de choisir un laboratoire d'analyses environnementales qui lui fournisse un « package clef en main », comme lors du présent projet, à savoir un lot de flaconnage préconditionné et prêt à l'emploi. Après le prélèvement des échantillons, les paramètres de terrain sur site doivent être mesurés et les échantillons d'eau emballés pour être transportés vers le laboratoire. En général, les échantillons doivent être conservés à une température proche de 4°C, dans l'obscurité autant que possible et transférés dans un laboratoire dès que possible. Les échantillons peuvent être conservés au froid dans des glacières isolées contenant de la glace ou des packs de glace. Les échantillons à analyser pour la présence des métaux seront acidifiés à un pH inférieur à 2 avec de l'acide nitrique concentré ; ils peuvent être conservés jusqu'à six mois avant d'être analysés. Les déterminations du mercure seront effectuées dans les cinq semaines maximum.

Pour la mesure des paramètres physico-chimiques, il existe des capteurs qui permettent la surveillance en continu de plusieurs paramètres sur le terrain, notamment la température de l'eau, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous et la turbidité. Ces capteurs sont disponibles individuellement ou regroupés dans une sonde multi paramètres avec plusieurs capteurs attachés dans une seule unité. Pour l'installation, une structure sera requise pour le montage de l'instrument de sorte que le point d'échantillonnage soit représentatif de la qualité de l'eau sur le site. Pour les sédiments, il existe des échantillonneurs de sédiments, suspendus et charriés pour des mesures ponctuelles. Pour la surveillance en continu de la charge de sédiments en suspension, des turbidimètres sont utilisés.

1.1.2 Définition d'un réseau de suivi

La création d'un réseau de stations de suivi de la qualité des eaux est basée sur des critères spécifiques qui sont à prendre en compte pour définir un réseau pérenne dans le temps.

L'emplacement général d'une station de surveillance est déterminé sur la base des objectifs de l'OMVS, des besoins identifiés sur le terrain et des résultats des analyses physico-chimiques. Les sites pour l'installation des instruments de mesures doivent être sélectionnés ensuite. Les critères de base pour sélectionner les emplacements des capteurs sont des critères physiques (exposition, aspect, pente, élévation, morphologie de la rivière), l'empreinte du site, les infrastructures/stations de surveillance existantes, la végétation, l'accès, la fenêtre de télémétrie (pour les systèmes de télémétrie), les sources d'alimentation, la sécurité et la propriété foncière. Les données du système d'information géographique (par exemple, photographies aériennes, cartes d'utilisation des terres, cartes routières) peuvent être utilisées pour évaluer les emplacements potentiels, suivies d'une visite sur le terrain pour confirmation. L'ensemble de ces caractéristiques permet de définir un réseau actif et durable de suivi avec des stations de mesures physico-chimiques, de prélèvements d'eau et de sédiments pour analyses chimiques. Ces différentes stations du réseau de suivi devront être facilement accessibles et permettre un suivi continu. Cet étalement du réseau pour le suivi de la qualité de la Falémé sera basé sur l'accessibilité des sites.

La construction prochaine d'un barrage sur la Falémé, à Gourbassi, aura une forte influence sur le réseau de suivi, en fournissant un ensemble de mesures relatives à la qualité de l'eau de la Falémé. A ce moment-là, un protocole spécifique de travail et d'intervention pour le suivi de la qualité de l'eau devra être mis en place, parallèlement à la construction du barrage, pour s'assurer d'une qualité d'eau satisfaisante à l'aval du barrage.

1.1.3 Modalités de déploiement du suivi

La mise en place d'un système de suivi de la qualité des ressources en eau sur les zones sensibles de la rivière Falémé est une nécessité. Ce suivi concernera les eaux de surface, les eaux de profondeur et les sédiments. Il permettra d'asseoir un Système d'Information Hydrologique (SIH) pour collecter les mesures des sites échantillonnés, les traiter, les stocker, les interpréter et diffuser les données obtenues dans le bassin versant de la Falémé. Un SIH compte une infrastructure physique et des ressources humaines ; son statut juridique reste à définir entre toutes les parties prenantes.

L'infrastructure physique comprend des réseaux d'observation, un ou des laboratoires, des systèmes de communication de données, des systèmes de stockage de données, des centres de traitement, équipés de bases de données et d'outils pour la saisie, la validation, l'analyse, la récupération et la diffusion des données (UNEP & WHO, 1996).

Les ressources humaines reposent sur un personnel formé avec une variété de compétences pour observer, valider, traiter, analyser et diffuser les données.

Le réseau de surveillance proposé pour les eaux de surface comprend (Figure 139 et Tableau 83) :

- Cinq sites de surveillance en rive sénégalaise ;
- Quatre sites de surveillance des eaux de surface en rive malienne.

Ainsi, les acteurs de la surveillance des eaux et des sédiments, sénégalais et maliens, pourront effectuer les contrôles de façon indépendante, ou en collaboration, les stations étant disposées soit au même niveau sur les deux rives (par exemple Kolya et Sansamba), soit décalées et complémentaires (par exemple Nayes et Djoubéla).

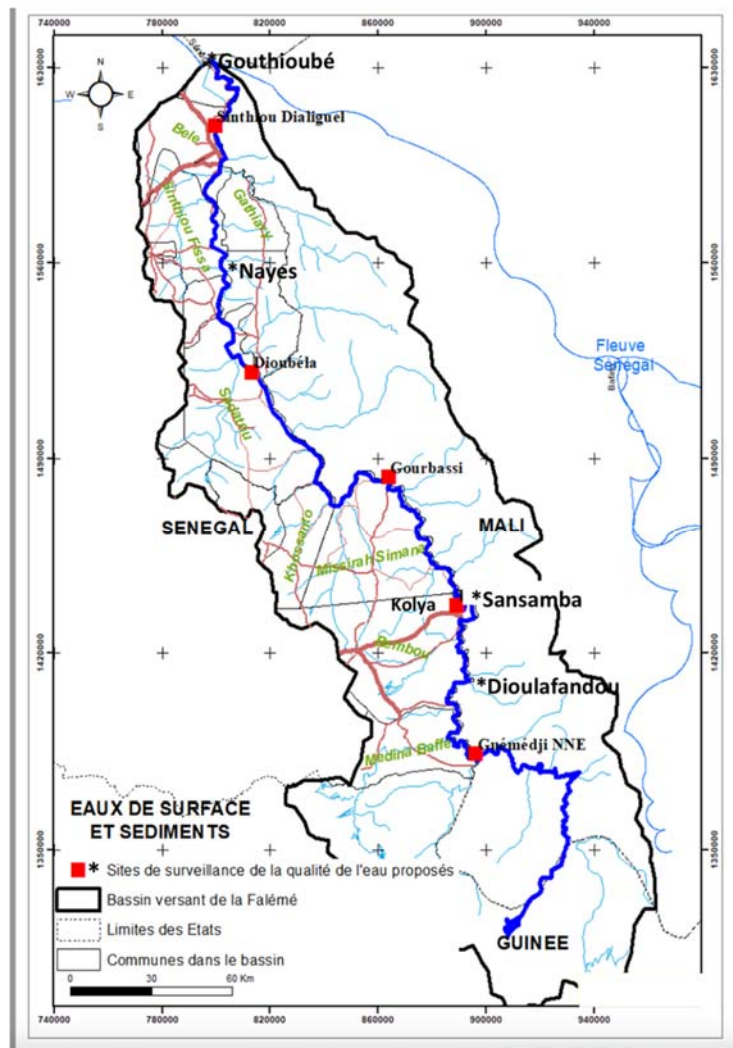


Figure 139 : Stations de surveillance de la qualité des eaux de surface dans le bassin de la Falémé, en rive sénégalaise et en rive malienne

Tableau 83 : Les 9 Stations de surveillance proposées pour la surveillance de la qualité des eaux de surface, dans le bassin de la Falémé, au Sénégal et au Mali

long_wgs84dd	lat_wgs84dd	Noms	Caractéristiques
-11,354281	12,494636	Guémédji NNE	Station 1 (cours supérieur, Sénégal)
-11,38736	12,72615	Dioulafandou	Station 2 (cours moyen, Mali)
-11,41136	12,974142	Kolya	Station 3 (cours moyen, Sénégal)
-11,36346	12,99398	Sansamba	Station 4 (cours moyen, Mali)
-11,636155	13,394894	Gourbassi	Station 5 (cours moyen, Sénégal)
-12,098721	13,738754	Dioubéla	Station 6 (cours inférieur, Sénégal)
-12,19875	14,41987	Naye	Station 7 (cours inférieur, Mali)
-12,215255	14,536531	Sinthiou Dialiguel	Station 8 (cours inférieur, Sénégal).
-12,23517	14,75802	Gouthioubé	Station 9 (cours inférieur, Mali)

Ci-dessous la liste des stations permettant de créer un réseau de surveillance pertinent de la Falémé (dans le lit vif) :

- Station 1 Guémédji NNE : ce point est en amont et à moins de 4 km en ligne droite de la mine d'or de Fékola à Fadougou. Il est à environ 6 km, en ligne droite, au NNE de Guémédji. Pour cette raison et en l'absence de village à proximité, nous l'appellerons "Guémédji NNE". Son accès en voiture semble difficile d'après les observations faites sur images satellite ; par contre, il est accessible en moto. En cas d'accès trop compliqué à ce point, une alternative serait de choisir un point en aval de coordonnées : lat. 12,483155°, long. -11,373737°.
- Station 2 Dioulafandou : rive droite de la Falémé.
- Station 3 Kolya et Station 4 Sansamba : rive gauche et droite de la Falémé, entre la grande mine et l'amont du village.
- Station 5 Gourbassi aussi appelé Sainsoutou, en rive gauche de la Falémé. En plus, Gourbassi est une station hydrologique à partir de laquelle on pourra relever la côte de l'échelle limnigraphique.
- Station 6 Dioubéla en rive gauche de la Falémé, petit village en aval des rapides qui correspondent à la forte rupture de pente (faille probable) du profil en long de la Falémé. La turbulence due aux rapides assurera une bonne homogénéisation des eaux Le village Dioubéla est accessible via Dalafi puis Sadatou.
- Station 7 Naye, en rive droite de la Falémé.
- Station 8 Sinthiou Dialiguel, en rive gauche de la Falémé, en amont de Diabougou.
- Station 9 Gouthioubé, en rive droite de la Falémé., tout proche du fleuve Sénégal.

Le choix de ces neuf stations est pertinent car elles permettront d'avoir une vision complète de l'amont vers l'aval de la Falémé.

Nature et méthodes des prélèvements

Il existe des normes et des standards internationaux qui couvrent toutes les opérations de prélèvement, d'échantillonnage et de conservation des eaux. La norme réglementaire qui prescrit les techniques et principes à respecter lors de l'échantillonnage des eaux dans le cadre d'un suivi de la qualité de l'eau est l'ISO 5667 (Tableau 84). Elle comprend plusieurs tomes, chacun spécialisé pour un type d'eau différent (eau de surface, eau souterraine, eau résiduaire, eau marine, etc....) ou une étape particulière dans la chaîne de suivi de l'échantillon (prélèvement, conservation, contrôle qualité de l'échantillonnage). Les parties concernant directement des eaux de surface dans le bassin de la Falémé devraient être considérées pendant toutes manipulations avec ces dernières.

Tableau 84 : Normes ISO pour le prélèvement, la conservation et le contrôle qualité de l'échantillonnage

Types	Normes
Prélèvement	ISO 5667-1 : 2006 Lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage
	ISO 5667-6 : 2005 Lignes directrices pour l'échantillonnage des rivières et des cours d'eau
	ISO 5667-10 : 1992 Guide pour l'échantillonnage des eaux résiduaires
	ISO 5667-17 : 2008 Lignes directrices pour l'échantillonnage des matières solides en suspension
Conservation	ISO 5667-3 : 2003 Lignes directrices pour la conservation et la manipulation des échantillons d'eau
Contrôle qualité	ISO 5667-14 : 1998 Lignes directrices pour le contrôle de la qualité dans l'échantillonnage et la manutention des eaux environnementales

Il est nécessaire que l'échantillonnage se fasse sur les 2 rives (Mali et Sénégal) et de préférence au même moment. Ceci permettra un contrôle qualité de l'échantillonnage, outre le fait qu'il faut un doublon de temps en temps.

Voici la stratégie d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des eaux à mettre en place, sur base de cette étude qui a démontré l'existence de deux types de pollution :

* Pollution Physique (PP)

Des argiles en suspension (MES, matières en suspension) qui transportent par adsorption des éléments traces métalliques sont responsables d'une pollution physique (PP), due aux dragues chinoises qui rejettent des tonnes d'argiles dans l'eau.

Pour le suivi de la pollution physique, il faudrait soit :

(i) une méthode très simple à mettre en place qui consiste à prélever un litre d'eau dans une bouteille transparente, laisser reposer au calme durant une nuit, et le lendemain matin, mesurer la hauteur de sédiment décanté. On pourra ensuite dire si l'eau est marron ou claire et/ou utiliser un disque de Secchi (disque à 4 quadrants bicolores, noir et blanc). Les observations seraient consignées dans un cahier avec le jour, l'heure et la météo. Cette méthode ne mesure pas formellement la quantité

de matières en suspension (MES), mais plutôt la quantité de matière décantable + la fraction la plus dense des MES ;

(ii) une méthode sophistiquée, avec un technicien qui utilise une sonde pour les MES.

* Pollution Chimique (PC)

Les résultats d'analyses de la présente étude ont permis de déceler la présence de polluants métalliques inorganiques comme le mercure (Hg), le cyanure (CN) et l'arsenic (As), ce qui justifie amplement la nécessité d'un réseau de suivi de cette pollution.

Pour un suivi de la pollution chimique, il faudra analyser des échantillons d'eau de surface (ES) prélevés dans le lit vif de la Falémé, des sédiments (S) et de l'eau souterraine (EP = eau de profondeur ou eau de puits). La méthode d'échantillonnage devra être semblable à celle utilisée dans la présente étude, c'est-à-dire en ne prélevant pas directement des effluents miniers, ou d'eaux à proximité des sites d'orpaillage ou de mines.

Le Tableau 85 définit les précautions à prendre pour la prise d'échantillon.

Tableau 85 : Précautions à prendre pour la prise d'échantillon dans le bassin de la Falémé

Opération	Précautions à prendre	Moyens utilisables
Prélèvement depuis la rive	Éviter l'effet « bordures »	Prélever à la perche ou au seau avec une corde, à au moins 2 m de la berge
Prélèvement dans le lit du cours d'eau	Éviter de remettre en suspension des dépôts	Prélèvement vers l'amont à la main, à la perche ou au seau
	Prélèvement en profondeur Vérifier l'étanchéité de la bouteille Éviter l'introduction des éléments du fond (sédiments, algues...)	Récipients spéciaux (bouteilles à basculement, à clapets...) avec une commande à distance Prélèvement automatique ou pompage par crépines et pompes immergées (système complexe, source de problèmes : pannes, entretien ...)
Prélèvement pour analyse des paramètres très classiques	Éviter l'enrichissement ou l'appauvrissement par barbotage (ne pas emprisonner de bulles) Limiter l'admission de matières en suspension (gênantes par la suite), par triage au prélèvement	Prélèvement manuel en bouteille, en entonnoir, en bidon ou automatique
Prélèvement pour analyse des matières en suspension	Éviter le triage et les barbotages avec rejets par air	Prélever, par circulation, en opérant face au courant Récipients équipés en montage siphon (dispositif conduisant l'air en surface) Récipient type ampoule à deux ouvertures (entonnoir)

L'échantillonnage de poissons et d'organismes aquatiques dans les eaux réceptrices en aval des activités minières est une autre méthode pour faire un suivi de la qualité des eaux. Par exemple, les mollusques sont aujourd'hui largement utilisés dans les programmes de surveillance de la pollution des milieux aquatiques (Conti et

Cecchetti, 2003). Mais pour cela, il faudrait que ces organismes existent et soient vivants dans la Falémé.

1.1.3.1 Fréquence des prélèvements

L'idéal serait que des prélèvements soient effectués en période des hautes eaux, en période des basses eaux, et cela tous les ans. Le problème est la mauvaise carrossabilité des pistes durant l'hivernage.

1.1.3.2 Indicateurs

En fonction des activités anthropiques (orpaillage) présentes sur le bassin versant de la Falémé, des groupes de paramètres à analyser ont été sélectionnés (Tableau 86).

Tableau 86 : Paramètres physico-chimiques en fonction des activités anthropiques

Types de pollution	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Mines, orpaillage	pH, Conductivité, T°C, O2 dissous, Turbidité, Couleur, MES, Ca ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , HCO ₃ ⁻ , Dureté, Alcalinité, NH ₄ ⁺ , SO ₄ ⁻ , Cl ⁻ , Phosphore total, SiO ₂ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Al ³⁺ , B, F, Sb, CN ₂ ⁻ , H ₂ S	HCT, HAP	Hg, As, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr total, Se, Cd

Les indicateurs indispensables pour le système d'information hydrologique (SIH) sont issus :

- Des paramètres physico-chimiques : la température, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous, la turbidité (MES) ;
- Des paramètres chimiques : les métaux (mercure, cyanure, arsenic, cuivre, plomb, zinc, aluminium, magnésium, fer, nickel, cobalt, sélénium, cadmium).

Comme l'ensemble de données est petit et que les informations sont destinées à la surveillance interne et non à une large diffusion publique, le stockage des données dans la base de données MS Excel ou MS Access est suffisant. Cependant, ces progiciels ne disposent pas de fonctionnalités d'assurance qualité, de capacités de traitement ou de visualisation standard. Les données doivent être publiées sur l'intranet de l'OMVS et des Ministères de tutelle (eau et environnement) afin d'être accessibles à tout le personnel concerné.

Des rapports annuels sur la qualité de l'eau seront nécessaires pour maintenir la certification ISO 14001. En externe, les données peuvent être communiquées sur le Web ainsi que le rapport annuel. En rapportant les résultats de la qualité de l'eau, l'OMVS, conformément à sa Charte, démontrera ainsi aux communautés locales, aux investisseurs actuels et futurs, aux agences gouvernementales, aux parties prenantes intéressées et au grand public qu'elle se préoccupe de la gestion de l'environnement, ainsi que de la santé et du bien-être des riverains de la Falémé et, bien au-delà, du cours aval du fleuve Sénégal.

1.1.3.3 Laboratoires d'analyse

Si le prélèvement est une action qui demande une bonne approche technique et qui conditionne la robustesse de l'échantillon, l'analyse quant à elle est la finalité de la partie technique du monitoring. Elle conditionne les résultats finaux, et in fine les aspects décisionnels du monitoring. Une erreur d'analyse peut impliquer des remises en cause sur la qualité, mais aussi sur la validité de la station échantillonnée. De l'analyse à l'acquisition de la valeur du résultat de l'analyse, toutes les opérations doivent être sûres et validées.

La Tableau 87 répertorie un ensemble de structures identifiées pour l'analyse de la qualité des eaux au Sénégal et au Mali.

Tableau 87 : Principales structures identifiées pour l'analyse de la qualité des eaux au Sénégal et au Mali

Pays	Organismes assurant la collecte de données	Méthodes d'acquisition
Mali	Laboratoire National des Eaux (LNE)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Laboratoire Central vétérinaire (LCV)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Laboratoire National de la Santé (LNS)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Cellule de limnologie – ESKOM	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable (SOMAGEP)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Sociétés minières (SEMOS, SOMILO, Avion Resources)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
Sénégal	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eaux (DGPRE)	Mesures in situ
	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) – Laboratoire mobile	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Fondation CERES LOCUSTOX Analyse d'échantillons, mesures in situ Sénégalaise des Eaux (SDE)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS)	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Université Cheikh Anta Diop (UCAD) - Ecole doctorale eau, qualité et usages de l'eau (EDEQUE), Université Gaston Berger de Saint-Louis, Université Iba Der Thiam de Thiès (UIDT) Université Assane Seck de Ziguinchor	Analyse d'échantillons, mesures in situ
	Laboratoire de sécurité alimentaire et hygiène de l'environnement de l'Institut Pasteur	Analyse d'échantillons, mesures in situ

1.1.3.4 Coûts de déploiement et de suivi

Un réseau de surveillance des eaux ne saurait être mis en place sans au minimum un « kit » spécifique permettant de faire les mesures et les prélèvements sur chaque site (coût estimé : 50000 euros HT, soit un peu plus de 25 MCFA). Celui-ci se composerait de : une ou des sondes multi-paramètres pour les mesures physico-chimiques ; des moyens de prélèvement d'eau (perche, bouteille Niskin) ; une sonde piézométrique et une pompe de prélèvement pour eaux souterraines (au-dessus de moins 25 mètres) ; du petit matériel de terrain (seaux, corde, machette, appareil photo, GPS), un appareil à fluorescence X (XRF) à main ou portable pour les analyses in situ d'eau et sédiment.

Ce matériel pourrait être complété par des appareils plus pertinents, comme une pompe Grundfoss, afin de prélever des eaux souterraines au-delà de 25 mètres et une embarcation légère avec remorque, pour récupérer les échantillons au milieu du cours d'eau.

L'acquisition d'un drone pour des prises de vue aérienne afin de caractériser un flagrant délit de dégât environnemental serait judicieux. Son maniement est simple, son coût abordable et son autonomie correcte si on choisit un bon modèle moyen de gamme. Comme pour tous les autres matériel, une formation sera nécessaire.

Infrastructure de soutien

En plus de la surveillance, des installations et du personnel de laboratoire sont nécessaires pour traiter les échantillons de qualité de l'eau prélevés sur le terrain. Cela comprend des laboratoires et des véhicules pour transporter les échantillons depuis le terrain (Tableau 88).

Le réseau de surveillance doit être soutenu par un personnel formé et des budgets annuels adéquats et permanents.

Tableau 88 : Coûts de déploiement pour 1 station de suivi de la qualité des eaux

Matériels de suivi	Nombre	Coût total (FCFA)
Véhicule 4x4	1	25 000 000
Frais d'entretien / maintenance/assurance	Forfait / an	1 000 000
Matériels informatiques :		
PC, tablettes de terrain	3	8 500 000
Scanners, imprimantes et consommables	1	500 000
Téléphones	1	250 000
Logiciels et formation incluse	Forfait	600 000
Matériel et logistique		
5 Chaises, 1 tables, 1 climatiseur	Package	800 000
Logistique de terrain	1 kit de mesure	25 000 000
XRF portable	1	20 000 000
Drone pour photos aériennes	1	4 500 000
Personnel	4	7 000 000
Frais d'analyse	Paquage (1 rive)	5 000 000
Frais d'entretien / maintenance	Forfait	500 000
Frais de formation	1	1 500 000
Frais de fonctionnement de la structure de suivi		
Perdiems, carburant,		2 300 000
Achat produits chimiques (acide, base, eau pure)		250 000
Eau, électricité, téléphonie / internet, "guides" ou les manœuvres (portage) sur le terrain...		700 000
Total pour 1 station de suivi :		103 400 000

Le coût total estimé pour 1 équipe travaillant sur une rive à : 103 MCFA (arrondi à l'unité inférieure).

Les prix sont estimés pour du matériel acheté localement afin de garantir un meilleur service après-vente que s'il était acheté outre-mer (ce qui reviendrait sans doute moins cher à l'achat, mais avec le problème du S.A.V.).

1.1.4 Volet formation

La formation des agents en charge du suivi : échantillonneurs, ingénieurs pour interpréter les résultats, des géomaticiens voire techniciens en télédétection est une nécessité pour une bonne réussite du programme de surveillance et de suivi.

Des formations sont nécessaires pour le renforcement des capacités, car différents opérateurs vont définir les moyens mis en œuvre pour exécuter les mesures de paramètres sur le terrain et les moyens de transport des échantillons. Comme on le note, un renforcement est nécessaire si on souhaite réaliser des mesures *in situ* sûres et pérennes.

Ainsi des formations sur les techniques d'échantillonnage (choix du site, organisation du matériel d'analyses, rapidité d'exécution à avoir), l'usage des tablettes pour la saisie sur le terrain, la rédaction des fiches sur le terrain (car la tablette peut tomber en panne), l'usage du GPS, la manipulation d'un drone (pour les prises de vues aériennes) et le maniement du XRF portable, restent une nécessité. Nous pouvons donc prévoir une formation sur l'utilisation d'un « kit » spécifique permettant de faire les mesures et les prélèvements sur chaque site. Cette formation devrait permettre d'utiliser la sonde multi-paramètres, les moyens de prélèvement d'eau (perche, bouteille Niskin) et le petit matériel de terrain (remplissage des flacons, numérotation, tenue du carnet de terrain...).

Il est aussi nécessaire d'assurer des formations pour les équipes œuvrant sur le terrain pour l'entretien du réseau de surveillance des eaux, si l'option d'installations fixes est choisie. Ce que nous déconseillons, vu la lourdeur du système et le coût induit pour sa gestion.

Outre la pertinence de compléter et d'harmoniser les matériels existants, il est nécessaire que tous les opérateurs réalisent les prélèvements et les analyses de façon commune. Il faut donc prévoir des formations des opérateurs au prélèvement afin de respecter les règles édictées dans les normes internationales ou nationales.

Pour chaque station de prélèvement, le préleveur doit être formé sur comment remplir une « Fiche de prélèvement » pour assurer la traçabilité de toutes les opérations d'échantillonnage, des conditions hydrologiques, climatologiques, des observations concernant la masse d'eau et l'environnement autour du lieu de prélèvement et des mesures réalisées *in situ* ou de terrain. Ces informations sont importantes et nécessaires pour l'interprétation des résultats d'analyse. Les observations de terrain peuvent aussi permettre d'apporter des signes de pollution, comme une couleur, des irisations (présence d'hydrocarbures possible) ou une odeur remarquable, l'excès ou l'absence de végétation aquatique ou des poissons morts. La « Fiche de prélèvement » doit contenir au minimum les informations suivantes : date et heure du prélèvement ; météorologie le jour de la mesure et durant la décade précédente ; l'hydrologie, à savoir si les activités d'orpaillage ont lieu en basses eaux ou hautes eaux ; le mode de prélèvement, direct dans le cours d'eau ou par seau depuis un pont ou une berge ; identité de l'organisme et du

préleveur ; identification précise de la station de prélèvement (localisation, descriptif et photos, croquis, coordonnées GPS, points de repère majeurs) ; description précise du site (point) de prélèvement sur la station (rive droite ou rive gauche, rive concave ou convexe, distance de la berge, profondeur) ; nombre de flacons conditionnés par échantillon ; résultats des mesures de la sonde multi-paramètres sur le terrain (pH, conductivité, température, la température, l'oxygène dissous, turbidité, etc.) ; relevé des observations de terrain concernant la masse d'eau et son environnement.

Le préleveur doit être formé à utiliser des logiciels de terrain open source comme Q Field ; dans ce cas, il aura toujours en réserve un exemplaire papier de la fiche, en cas de panne / perte de la tablette.

1.2 Proposition d'un cadre de suivi institutionnel

Le système de suivi de la qualité des eaux suites aux activités de l'EMAPE d'or peut poser différents problèmes en raison de la nature isolée de ces activités et de la mobilité des acteurs du secteur. Par ailleurs, un contrôle efficace exige une infrastructure, une administration et une coordination adéquates entre les départements responsables.

Après avoir présenté les institutions concernées par le système de suivi, les principaux acteurs seront identifiés, avant de terminer par la proposition d'un cadre institutionnel adéquat.

1.2.1 Les institutions concernées par le système de suivi

Les institutions concernées par le système de suivi de la qualité de l'eau sont :

Au Mali

- Le Ministère, des Mines de l'Energie et de l'Eau, notamment la Direction Nationale de la Géologie et des Mines et surtout la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH) qui comprend la Division de Suivi et de Gestion des Ressources en Eau (DSGRE) ;
- Le Ministère de l'Environnement, de l' Assainissement et du Développement Durable ;
- Les Collectivités territoriales (Communes, Régions et Cercles) ;
- Les orpailleurs organisés en faïtières pour défendre leurs intérêts, notamment dans le cadre de : la Fédération Nationale des Orpailleurs du Mali (FNOM), l'Union des Comptoirs et Raffinerie d'Or du Mali (UCROM), l'Association des Comptoirs et Collecteurs d'or (ACCOR), l'Association des Femmes Minières du Mali (AFEMINE), la Fédération des Femmes Minières du Mali (FEMIMA) et la Confédération Nationale des Sociétés Coopératives des Orpailleurs du Mali (CNSCOM-COOP-CA) ;
- Les chefs de village, les chefs de site, les imams et les Tombolomas, les propriétaires de puits et les financiers ;
- Chefs d'équipe et Secrétaire ;
- Les creuseurs, les tireurs de cordes, les « souteneurs » et les forgerons ;
- La cellule de Limnologie créée dans le cadre de la gestion du Barrage de Manantali ;

- La Direction Régionale de la Santé de Kayes ;
- Le Laboratoire National des Eaux du Mali ;
- La Société Malienne de Gestion des Eaux Potables (SOMAGEP) ;
- Les collectivités territoriales de la Falémé, notamment la Mairie de Kayes.

Au Sénégal

- Le Ministère des Mines et de la Géologie qui comprend la Direction Générale des Mines qui comprend en son sein la Direction de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle (DEMAPE) ;
- Le Ministère de l'Eau et de l'Assainissement qui comprend en son sein, la Direction Générale de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE). Cette dernière s'intéresse notamment à la potabilisation de l'eau ;
- Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), avec notamment la Direction de l'Environnement et des Établissements Classés ;
- Les Universités et Instituts de Recherche : Université Cheikh Anta Diop de Dakar (notamment École Supérieure Polytechnique, École doctorale Eau, Qualité et usages de l'eau (EDEQUE), Université de Thiès, Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis ;
- La SEN-Eau ;
- L'Institut Pasteur ;
- Les sociétés de cultures dans la FALEME.

1.2.2 Les principaux acteurs pour mettre en œuvre le système de suivi

Au Mali

- **La Division de Suivi et Gestion des Ressources en Eau** est notamment chargée de faire l'inventaire des ressources en eau, suivre et évaluer les ressources en eau et contribuer au développement de la coopération sous-régionale en matière de gestion des ressources en eau³⁷. La Division comprend une section Suivi et Gestion des Eaux de Surface, une Section Suivi et Gestion des Eaux Souterraines et une Section Gestion des Bases de Données et du Système d'Information. Une telle division qui relève de la Direction Nationale de l'Hydraulique est un acteur important pour le suivi des ressources en eau, notamment des eaux de la Falémé ;
- **La Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions** qui est chargée notamment de suivre et de veiller à la en compte, par les politiques sectorielles et les plans et programmes de développement, des questions environnementales et à la mise en œuvre des mesures arrêtées en la matière, élaborer et veiller au respect des normes nationales en matière d'assainissement, de pollutions et de nuisances, assurer le contrôle et le respect de la législation et des priorités en matière d'assainissement, de pollutions et de nuisances. La Direction doit notamment veiller à ce que les établissements industriels, artisanaux et agricoles, les mines et carrières soient construits,

³⁷ Article 9 du décret n° 10-063/P-RM du 1^{er} février 2010 fixant l'organisation et les modalités de fonctionnement de la Direction Nationale de l'Hydraulique.

exploités ou utilisés de manière à éviter la pollution de l'atmosphère ou les odeurs qui incommode les populations et compromettent la santé ou la sécurité publique ; il est interdit d'exploiter une unité minière ou artisanale émettant des substances polluantes dans l'air sous forme de fumée, poussière, gaz ou liquide sans se conformer aux normes d'émission ; il est interdit de déverser dans les cours d'eau ou autres lieux publics ou privés, les déchets domestiques liquides non conformes aux normes de rejet, des déchets agricoles, biomédicaux ou industriels (Loi sur les pollutions et nuisances) ;

- **Les collectivités territoriales** (Communes, Régions et Cercles). Dans les sites du cercle de Keniéba au Mali des Groupes de Suivi et de Gestion des Activités des sites sont mis en place. Ces groupes intègrent les Tombolomas, les autorités villageoises (propriétaires terriens et représentants du chef de village) et les représentants des fédérations d'orpailleurs (FENOM, FEMIMA) dans le but de veiller au bon déroulement de l'activité et assurer la sécurité des individus et leurs biens. Dans le cercle de Kangaba, la coopérative des exploitants dirige le groupe de suivi et assure la liaison avec les autorités³⁸ ;
- **Au niveau opérationnel**, les mines artisanales sont dirigées par des chefs d'équipe, assistés parfois d'un secrétaire, tandis que la main d'œuvre est constituée des creuseurs, des tireurs de cordes, des « souteneurs » (terme local utilisé pour désigner le manutentionnaire de minerai) et des forgerons ;
- **Au niveau de l'organisation des sites**, on trouve les chefs de village, les chefs de site, les imams et les Tombolomas (une forme de police des mines officielle mobilisée par le propriétaire d'un site), les propriétaires de puits et les financiers. Ces acteurs sont chargés de l'administration et de la gestion des sites ;
- **Le Laboratoire National des Eaux du Mali (LNE)** qui occupe une place de choix dans le dispositif institutionnel du secteur de l'eau du Mali en raison des risques de plus en plus croissant liés à la pollution des ressources en eau. En effet, cette ressource est contaminée par des agents chimiques, physiques ou biologiques qui modifient ses caractéristiques naturelles. Ce qui constitue une menace sérieuse pour la santé des hommes et des animaux. D'ailleurs, en 2019, le LNE a effectué le suivi de 531 points d'eau sur 560 programmes, réalisant 9 779 analyses d'eau sur 12 000 prévues dont : « 5 423 analyses physico-chimiques ; 4 218 analyses bactériologiques ; 138 analyses sédimentologiques »³⁹ ;
- **La Direction Régionale de la Santé à Kayes** intervient dans la lutte pour assurer la qualité des ressources en eau de la Falémé. Elle effectue des prélèvements au niveau des stations d'eau potable et d'adduction d'eau. Le constat est que les origines des différentes formes de pollution sont essentiellement liées à une mauvaise gestion des déchets, un mauvais assainissement des eaux usées, le développement des cultures dans le lit majeur du cours d'eau et l'orpaillage qui traditionnel qui recourt à des produits dangereux ;
- **La Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable** créée depuis 2010 a pour mission l'exploitation des infrastructures d'eau potable. A cet effet, elle est chargée notamment de : capter, traiter et distribuer l'eau potable et exploiter les

³⁸ ECD (2021): Améliorer la gestion des risques dans les chaînes d'approvisionnement de l'or produit au Burkina Faso, Mali et Niger, p. 29.

³⁹ <https://malijet.com/actualite-politique-au-mali/flash-info/240002-laboratoire-national-des-eaux-un-bilan-satisfaisant-en-2019.html>

installations de production et de distribution d'eau potable. La Société possède deux centres de production sur le bassin versant du Fleuve Sénégal. Elle possède une expérience en ce qui concerne les prélèvements et les analyses des eaux. Elle analyse dans ce cadre, le pH, la température, la conductivité et la bactériologie. Toutefois, quand elle doit procéder à certaines analyses pointues, elle doit sous-traiter avec des laboratoires étrangers ;

- **La Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH)** : avec la Division Suivi et Gestion des Ressources en Eau (DSGRE) qui intervient dans le suivi de la qualité des eaux du fleuve Sénégal. Il existe une Direction Régionale à Kayes.

Au Sénégal

- **La Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC)** intervient dans la mise en œuvre de la politique environnementale et de la Lutte contre les pollutions et nuisances. Elle comprend une Division de la prévention et du contrôle des pollutions et nuisances. Cette dernière est chargée notamment de prévenir et de réduire les pollutions dues aux activités humaines : domestiques, industrielles, agricoles... ; d'assurer la surveillance des milieux récepteurs et de mettre en place un cadre et un suivi pour une gestion écologiquement rationnelle des produits chimiques et des déchets ;
- **La SEN-Eau** qui a pris le relais de la Sénégalaise des Eaux (SDE) assure un suivi de la surveillance de la qualité des Eaux. Elle est chargée du prélèvement, du traitement et de la distribution de l'eau potable au Sénégal à partir des eaux souterraines et superficielles. Elle a recours à des analyses d'eaux brutes afin de connaître la teneur de certains paramètres. La SDE avait obtenu une certification ISO 9001 et ISO 1400. Par ailleurs, des stations de potabilisation existent et elles sont équipées d'un laboratoire pour effectuer les contrôles de la qualité des eaux traitées et des eaux brutes. Il existe une station à Bakel et un laboratoire central à Dakar chargé du suivi physico-chimique et bactériologique des eaux (OMVS, 2012).

1.2.3 Proposition d'un cadre institutionnel pour le système de suivi

Le cadre institutionnel doit permettre de mettre en place un système de suivi de la qualité des ressources en eau.

Au niveau de l'OMVS, il est important de proposer un cadre institutionnel de suivi adossé à la Direction de l'Environnement et du Développement Durable afin de suivre l'évolution de l'état de l'environnement et des ressources naturelles du bassin du fleuve Sénégal. Les thématiques ciblées par ce suivi environnemental sont organisées en 4 classes (OMVS, 2012):

- Classe 1 : ressources en eau et milieu physique ;
- Classe 2 : biodiversité et milieu naturel ;
- Classe 3 : économie et population ;
- Classe 4 : qualité des eaux.

Au sein de la Direction de l'Environnement et du Développement Durable (DEDD), dans le cadre du Programme d'Atténuation et de Suivi des Impacts de l'ensemble de ses projets sur l'Environnement (PASIE), le Bureau de l'Observatoire de l'OMVS a été créé par la Résolution 000320/CM/MM/2000 du 15 mai 2000. L'Observatoire s'est imposé en tant qu'outil assurant une plus grande fiabilité des données

collectées et mettant en cohérence le système de suivi avec les différents systèmes existants. C'est une structure de veille environnementale incontournable pour mettre en œuvre les activités de suivi de la qualité des eaux de la Falémé.

De nouvelles missions lui ont été assignées avec la résolution no 00357/SN/DKR 52 SO. 2002. Il s'agit de :

- Organiser la collecte et le traitement des données nécessaires à un suivi systématique de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (et donc de la Falémé, affluent du Sénégal) en fédérant les producteurs de données. A cet effet, l'OMVS joue un rôle important à deux niveaux :
 - Dans un premier temps, le Haut-Commissaire de l'OMVS signe un accord de coopération avec chaque Ministre de Tutelle des États membres. Cet accord cadre au nom du Gouvernement, engage tous les Services Techniques concernés à fournir à l'OMVS les données utiles à l'Observatoire dans l'accomplissement de sa mission ;
 - Dans un deuxième temps, un protocole d'accord additif à l'accord-cadre de coopération est signé entre les Chefs des Services Techniques producteurs des données ciblées et le Chef du Service de l'Observatoire de l'Environnement de l'OMVS. Ce protocole additif représente le document de mise en œuvre de l'accord cadre et détaille au mieux les engagements de chaque partie. Une fiche en annexe précise les spécifications techniques des prestations à fournir par le Service producteur de données et les engagements d'appui multiples que l'OMVS devraient apporter aux producteurs de données dans le cadre de la mise en œuvre de ces protocoles d'échanges de données ;
- Traiter les données collectées en vue de produire des indicateurs agrégés et une information complète sur l'état de l'Environnement dans le bassin du Fleuve Sénégal. Ces indicateurs portent sur les points suivants⁴⁰ :
 - Caractéristiques des eaux de surface et des eaux souterraines de la Falémé : hauteur et/ou débit, paramètres physiques (température, turbidité, matières en suspension, couleur, ...), paramètres chimiques (oxygène dissout, pH, conductivité, éléments majeurs, éléments mineurs, éléments traces, ...), paramètres de pollution (DCO, DBO, phosphore total, carbone total) et bactériologiques (coliformes totaux, coliformes focaux) et éléments de la piézométrie ;
 - Crue de la Falémé : hauteur, durée, superficie inondée ;
 - Prévalence des maladies hydriques : prévalence, mortalité et morbidité, localisation et nombre de cas de maladies épidémiques ;
 - Ressources halieutiques : état de la ressource (espèces, production, stock halieutique) ;
 - Climatologie : pluviométrie, température, bilan climatique et indice d'aridité ;
 - Engrais, pesticides et produits chimiques : produits phytosanitaires utilisés (statistiques de sociétés d'intervention, ONG, agro-industrie), apports moyens d'engrais et pesticides, normes usuelles d'utilisation), actions de

⁴⁰ Ces indicateurs ont été adaptés à partir du SOE-OMVS, février 2007, pp. 19-22.

- réglementation, actions de suivi et de contrôle (enquêtes services agricoles et sociétés d'intervention) ;
- Faune terrestre et aquatique : dénombrement de la faune. Il a notamment été noté que le développement du secteur minier a un impact particulièrement important sur les habitats et leurs ressources biologiques. En effet, l'EMAPE d'or a aussi contribué à la dégradation et à la perte de biodiversité. C'est ce qui explique l'érosion de la biodiversité en particulier dans la Zone d'Intérêt Cynégétique (ZIC) de la Falémé⁴¹ ;
 - Zones humides de la Falémé : nombre et superficie, inventaire cartographique, densité, composition floristique, diversité biologique (avifaune, ressources halieutiques, plantes aquatiques), valeurs économiques et fonction de la zone humide ;
 - Ressources végétales : nombre de plants, superficies et linéaires plantés, localisation des zones traitées, types d'intervention, inventaire cartographique des formations naturelles, réglementation ;
 - Dégradation des sols (érosion, salinisation) : localisation, typologie, superficies affectées, débits solides (sédimentation), importance des risques, surface et ou linéaire de berges protégées; localisation (surface et ou linéaire) de zones de fixation de dunes ; localisation (surfaces et ou linéaire) de zones traitées contre l'érosion hydrique salinité, alcalinité, superficies abandonnées;
 - Activités minières : localisation des sites d'exploitation, modes d'exploitation et de traitement, localisation des titres miniers, produits utilisés.
- Assurer une large diffusion des informations collectées en utilisant les nombreux canaux et supports d'information pour diffuser et partager les connaissances sur le suivi de la qualité de l'eau. Avec l'avènement des TIC, il importe d'utiliser des outils de diffusion de l'information numérique, comme les réseaux Intranet, les sites Web, les livres numériques, séminaires d'information et de concertation/consultation...etc. Par ailleurs, l'article 12 de la Charte demande à ce que les Etats riverains veillent à ce que les informations relatives à la qualité des eaux du l'état des eaux du Fleuve soient accessibles au public ;
 - Analyser les informations et détecter les situations nécessitant une alerte des services compétents et des décideurs. Il s'agit notamment des services régionaux de Ministères chargés, dans le bassin versant de la Falémé des deux pays :
 - Des mines ;
 - De l'environnement (Direction Nationale de l'assainissement, du Contrôle des Pollutions et des Nuisances du Mali et Direction de l'Environnement et des Établissements Classés du Sénégal) ;
 - De l'eau (Division Suivi et Gestion des Ressources en Eau du Mali et Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau du Sénégal) ;
 - Créer un cadre de concertation et de réflexion pour contribuer à l'élaboration des mesures de correction des impacts négatifs importants qui seront détectés grâce que réseau de suivi de la qualité des eaux de la Falémé. D'ailleurs, l'article 16 de la Charte des Eaux du Fleuve Sénégal invite les Etats membres de l'OMVS à

⁴¹ Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature, Direction des Parcs nationaux, 4^{ème} Rapport national sur la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique, p. 55.

protéger et à préserver l'écosystème du Bassin et tout nouveau projet qui est susceptible d'altérer les eaux du bassin doit faire l'objet d'une coopération entre les états membres, en particulier si ledit projet a des effets négatifs sur les eaux du Bassin.

Pour contrôler la qualité de la ressource en eau dans la Falémé, la DEDD devra spécifiquement :

- 1) Assurer la collecte des données et l'alimentation des bases de données et des tableaux de bord ;
- 2) Réaliser le suivi et l'exploitation du tableau de bord besoins/ressources en eau ;
- 3) Gérer les bases de données hydrauliques, hydrogéologiques et environnementales ;
- 4) Mettre en œuvre le plan d'alerte et de sécurité et les plans d'évacuation en collaboration avec les services nationaux du Mali et du Sénégal ;
- 5) Maintenir en veille le réseau d'alerte et de sécurité sur les pollutions ;
- 6) Réaliser avec les Etats, l'installation, le suivi et l'exploitation des équipements de mesure hydrologique et hydrogéologiques ;
- 7) Préparer pour la CPE, les plans de gestion saisonniers et annuels de la ressource en eau dans la partie de la Falémé ;
- 8) Réaliser le suivi régulier des prélèvements d'eau et des rejets dans le fleuve.

Pour lutter efficacement contre la pollution de la Falémé, il est envisageable de transférer les ressources, responsabilités et compétences de la nouvelle Direction en Charge de l'Orpaillage (DECO), création proposée par le Consultant, à la direction existante au sein de l'OMVS, la DEDD qui se trouvera augmentée d'un nouveau « Service en charge de l'ORpaillage » (SOR). Ainsi, dans la suite du texte, le mot DECO a été remplacé par SOR. Effectivement, cette dernière, avec les moyens appropriés, possède le potentiel nécessaire pour répondre efficacement à ce défi environnemental ; toutefois il lui sera impératif de recruter des ressources humaines spécialisées dans l'orpaillage et ses dérives environnementales, sur les plans physiques et santé – hygiène – sécurité (SHS). Ces ressources humaines (homme ou femme) pourraient être un ingénieur environnementaliste, un ingénieur géologue et un docteur en médecine, mais tous devraient impérativement avoir une solide expérience de l'orpaillage / EMAPE dans leur domaine de spécialité. Le géologue et l'environnementaliste seront formés à l'usage du pilotage de drone (à acquérir) pour créer une base de données imagée des impacts environnementaux lorsqu'ils vont en mission.

La position de la DEDD au sein de l'OMVS lui offre de multiples bénéfices dans la gestion des enjeux écologiques associés à un fleuve transfrontalier, la Falémé. Ceci est en contraste avec les administrations dédiées de chaque État membre, qui peuvent manquer de cette perspective holistique et qui n'ont pas de relais sur place (comme les cellules nationales de l'OMVS). Voici expliqué, les raisons pour lesquelles la DEDD serait donc la structure idéalement choisie pour lutter efficacement contre les impacts de l'orpaillage / EMAPE dans la Falémé :

- vue d'ensemble et coordination transfrontalière : l'OMVS, en tant qu'organisation internationale, possède une vue d'ensemble sur l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal. Cette perspective permet une meilleure coordination des efforts de

conservation et de gestion de l'eau entre les pays concernés, garantissant que les actions entreprises dans un pays ne nuisent pas aux intérêts des autres pays riverains ;

- uniformité des politiques et des pratiques : l'OMVS peut élaborer et mettre en œuvre des politiques et des pratiques uniformes pour la gestion environnementale du fleuve. Cela est essentiel pour traiter efficacement les problèmes qui ne connaissent pas de frontières, comme la pollution de l'eau et la conservation des écosystèmes aquatiques ;
- résolution de conflits et coopération : en tant qu'entité supranationale, l'OMVS est mieux placée pour arbitrer et résoudre les conflits entre les pays membres concernant l'utilisation des ressources en eau. Elle facilite la coopération et assure que les décisions prises sont dans l'intérêt de tous les pays membres ;
- mobilisation des ressources et expertise internationale : l'OMVS a la capacité de mobiliser des ressources et une expertise internationale, ce qui serait plus difficile pour des administrations nationales agissant seules. Elle peut ainsi accéder à des financements, des technologies et des connaissances qui sont essentiels pour gérer efficacement les défis environnementaux du fleuve ;
- suivi et évaluations cohérentes : l'OMVS peut mettre en place des systèmes de suivi et d'évaluation cohérents pour surveiller la santé écologique du fleuve. Cette approche intégrée est cruciale pour évaluer l'impact des actions environnementales et ajuster les stratégies en conséquence.

En effet, aujourd'hui, la DEDD est très axée qualité de la ressource en eau, mais on peut lui ajouter un service focalisé sur les méfaits de l'orpaillage, notamment à travers l'usage de produits chimiques dangereux. Sa tâche principale n'est pas d'exécuter directement, mais de déléguer et superviser l'exécution de programmes (projets) financés par l'aide extérieure ou des fonds gouvernementaux. Ses prérogatives sont quasiment semblables à celles détaillées en huit points à la page 451 du rapport R2. Cependant, la différence notable réside dans le fait que l'accent n'est plus seulement mis sur la qualité de l'eau. Désormais, l'attention est aussi portée sur la surveillance des impacts directs et induits par l'orpaillage. Cette surveillance inclut les effets sur le milieu physique et le biote, dont la santé humaine qui est particulièrement menacée à long terme du fait du mercure.

En résumé, la gestion des problèmes environnementaux de la Falémé par une structure comme OMVS / DEDD /SOR permet une approche plus holistique, coordonnée et efficace que celle qui pourrait être réalisée par des administrations nationales agissant de manière isolée.

2 ELABORATION D'UN PLAN D'ACTION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU SYSTEME DE SUIVI

2.1 Activités prioritaires et objectifs à atteindre

Plusieurs actions peuvent être proposées pour atteindre ces objectifs. Le Tableau 89 regroupe l'essentiel des actions qui ont été regroupées par stratégies. Ainsi, sept stratégies ont été proposées.

Tableau 89 : Objectifs à atteindre et actions prioritaires

Objectifs spécifiques	Actions prioritaires
Avoir un cadre de gestion du suivi	Former et installer les organismes tutélaires
	Développer et renforcer les institutions de gestion de la formalisation et de la régularisation des activités liées aux EMAPE aurifères
Avoir le matériel de suivi fonctionnel et le personnel de qualité pour les prélèvements	Achat de matériel de prélèvement et de mesures des paramètres in situ
	Former le personnel en charge des prélèvements
	Contrôler et éradiquer la cyanuration à l'air libre et l'amalgamation à l'air libre
Etablir les contrats avec les laboratoires déjà choisis	Le nombre et types d'analyse sont fixés entre le laboratoire et le comité de suivi
Participation et transfert d'informations entre toutes les parties intéressées dans la mise en œuvre et le développement continu du plan d'action	Institutionnaliser la communication entre les acteurs concernés par le suivi

2.2 Résultats attendus

Le but de cette étude est de procéder à une conception et une gestion durable et respectueuse de l'environnement dans le bassin de la Falémé. Cela passe par la définition d'outils de planification pour améliorer la qualité des eaux de la Falémé. Il existe plusieurs outils de planification spécifiques (Tableau 90).

Tableau 90 : Résultats attendus des différentes phases du plan d'action

Résultats attendus	Activités
1. Réduction des matières en suspension (MES) de 50 %	1.1 Interdire les dragues industrielles
	1.2 Interdire partout les rejets de cyanure et de mercure dans le milieu ambiant, et en particulier à proximité d'un milieu aquatique
	1.3 Réduire au minimum les émissions provenant des équipements mécanisés ou des véhicules / engins
2. Développement et mise en œuvre d'une stratégie de communication sur les micropolluants	2.1 Faire connaître les résultats de la surveillance et du monitoring des micropolluants
	2.2 Evaluer les risques liés à la présence des micropolluants
	2.3 Mettre à jour les besoins de communication
	2.4 Mettre en œuvre un plan de communication
3. Surveillance du niveau de pollution physique et chimique des eaux, des sédiments, du biote de la Falémé	3.1 Renforcer le système de suivi de la qualité des eaux et du biote de la Falémé
4. Information et sensibilisation des autorités administratives aux dangers du mercure et du cyanure pour la qualité des eaux de la Falémé	4.1 Plaider auprès des autorités administratives pour l'application des textes relatifs à l'utilisation du mercure et du cyanure dans l'orpaillage
5. Assurance du suivi / évaluation du plan d'action du bassin	5.1 Suivre et évaluer le plan d'action du bassin.

2.3 Indicateurs de suivi de réalisation pour chaque activité

Après la mission de terrain du mois de décembre 2021 dans la rivière Falémé et les résultats des analyses physico-chimiques et chimiques, il paraît urgent de développer un plan de suivi de la pollution notée sur des points importants. Ce plan sera adossé à une série d'actions compilées dans le Tableau 91. Cependant pour engager une action, il faut en préciser les objectifs, délimiter le territoire d'action et souvent s'inscrire dans la durée, compte tenu de la complexité des situations rencontrées. Dès lors, pour suivre le déroulement des actions et mettre en évidence des évolutions significatives, il faut disposer d'un système efficace de suivi des mesures pour évaluer les situations au cours du temps, puis les comparer. C'est ainsi que les indicateurs doivent permettre de décrire cette action par rapport aux objectifs visés de manière pertinente et lisible, et prendre en compte les aspects économiques de la prévention et de la réduction des risques. Dans le cadre de ce projet de plan d'action, les activités présentées sont très importantes mais des indicateurs doivent être formulés pour assurer la réussite de la mission assignée au plan de suivi. Il permet de suivre leur évolution par rapport à des valeurs cibles correspondant aux objectifs opérationnels assignés. Ces indicateurs doivent être organisés et leur domaine de validité précisé.

Tableau 91 : Indicateurs des actions prévues pour atteindre les objectifs définis

Résultats attendus	Activités	Indicateurs
1. Réduction des matières en suspension (MES) de 50 %	1.1 Interdire les dragues industrielles chinoises	Un instrument juridique est élaboré et adopté
	1.2 Interdire des rejets de résidus contenant du mercure ou la lixiviation au cyanure de sédiments dans ou à proximité d'un milieu aquatique	
	1.3 Réduire au minimum les émissions provenant des équipements mécanisés ou des véhicules	
2. Développement et mise en œuvre d'une stratégie de communication sur les micropolluants	2.1 Faire connaître les résultats de la surveillance et du monitoring des micropolluants	Les résultats et les mesures de réduction des risques sont publiés
	2.2 Evaluer les risques liés à la présence des micropolluants	
	2.3 Mettre à jour les besoins de communication	Un plan de communication est déroulé
	2.4 Mettre en œuvre un plan de communication	
3. Surveillance du niveau de pollution physique et chimique des eaux, des sédiments, de la faune de la Falémé	3.1 Renforcer le système de suivi de la qualité des eaux et de la faune de la Falémé	Un guide des procédures est élaboré pour les orpailleurs
4. Information et sensibilisation des autorités administratives aux dangers du mercure et du cyanure pour la qualité des eaux de la Falémé	4.1 Plaider auprès des autorités administratives pour l'application des textes relatifs à l'utilisation du mercure et du cyanure dans l'orpaillage	Le consultant est recruté Les ateliers sont organisés
5. Assurance du suivi / évaluation du plan d'action du bassin	5.1 Suivre et évaluer le plan d'action du bassin	Arrêté du COPIL signé Cahier des charges, actes de recrutement ou de détachement des membres de l'unité de gestion Le comité de pilotage est officiellement mis en place Rapports des missions de suivi évaluation

2.4 Principaux acteurs responsables dans la mise en œuvre des activités

Dans le cadre de la présente étude, il s'agira de déterminer ou de définir des points stratégiques de contrôle ou des secteurs de cours impactés ou non qui permettent d'identifier ou de mettre en évidence des zones de pollution ou des zones de référence. L'objectif visé dans le cadre de cette étude est de concevoir un dispositif de surveillance de la qualité des eaux « OMVS », autonome et indépendant, en complément des réseaux existant dans le bassin ou au niveau des particuliers (Sociétés minières). Ce dispositif n'a pas pour objet à se substituer aux réseaux d'ores et déjà existant dont le périmètre d'action (local, régional, national) et la vocation (réseaux de contrôle en rapport à une activité, un usage...) sont différents.

La Direction de l'Environnement et du Développement Durable (DEDD) de l'OMVS, en relation avec les services techniques des Etats, a pour mission d'acquérir des connaissances sur l'environnement dans le temps pour mieux appréhender les dynamiques d'évolution du bassin. Elle n'a pas vocation, ni les moyens (technique, humain et financier) d'assurer elle-même la production des données d'entrées du système de suivi. Ainsi, sur la base du fonctionnement actuel de la DEDD, l'OMVS pourra s'appuyer sur les structures existantes dans les différents pays pour rendre opérationnel le futur réseau de suivi de la qualité des eaux. Le suivi qualitatif des ressources en eau du bassin versant de la Falémé est de la responsabilité de l'OMVS. Les acteurs du futur réseau à identifier sont à quelques exceptions près les mêmes que ceux évoqués dans le rapport définitif OMVS (2012) en 3 volumes sur la « Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal ». Il s'agit de :

- **Le commanditaire** : il correspond à l'acteur qui est à l'origine d'une demande de prestations (prélèvements, analyses ou mixte). Le commanditaire est le maître d'ouvrage responsable des prélèvements et analyses commandés au prestataire. Il est par définition l'émetteur d'une demande de prestations.
- **Le prestataire** (préleveur et/ou laboratoire) : c'est l'acteur chargé de traiter les demandes qu'il reçoit de la part d'un commanditaire, de réaliser les prestations définies dans sa demande et de renvoyer ses résultats vers les destinataires intéressés, généralement le commanditaire. Le prestataire est, par définition, le récepteur d'une demande. Si le prestataire reçoit une demande d'analyses, il exerce le rôle de laboratoire d'analyses. S'il reçoit une demande de prélèvements, il exerce le rôle de préleveur. S'il reçoit une demande mixte, il exerce à la fois le rôle de préleveur et de laboratoire.
- **Le Haut-Commissariat** de l'OMVS est le Maître d'ouvrage du réseau de surveillance et s'appuie sur des laboratoires-préleveurs chargés de produire la donnée (résultats des analyses), par le biais d'un protocole d'accord ou d'un marché. Il est responsable du dispositif et de la mise à disposition des résultats du suivi. Le Haut-Commissariat pourra s'appuyer sur les Points Focaux Nationaux de chaque pays qui seront alors chargés d'émettre les demandes de prestations.
- **Les Points Focaux Nationaux** collecteront les résultats d'analyses et les transmettront au Haut-Commissariat.
- **Les laboratoires et les préleveurs** retenus dans le cadre de ce réseau auront la responsabilité de fournir des données validées (résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques). Ils font alors office de Points Focaux Thématiques. Les préleveurs pourront être choisis parmi les services techniques des Etats, en charge de la qualité des eaux (DNH, DGPRE...), les organismes parapublics (Sen'eau, SNDE, SGE, SAED...), qui transmettront les échantillons pour analyse aux laboratoires.

La collaboration avec les acteurs sollicités et chargés de l'opérationnalité du réseau, pourra être différente en fonction des structures (SAED, DNH...).

On rappelle ci-après les principaux acteurs identifiés dans l'état des lieux et impliqués dans la collecte de données sur la qualité des eaux à des degrés divers (laboratoires, structures publiques, parapubliques ou privées) et qui pourraient intervenir dans le monitoring (Tableau 92).

Tableau 92 : Principaux acteurs identifiés dans l'état des lieux et impliqués dans la collecte de données sur la qualité des eaux à des degrés divers au Sénégal et au Mali

Pays	Organismes assurant la collecte de données
Mali	Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH), Direction Régionale de Kayes
	Direction Régionale de la Santé de Kayes
	Laboratoire National des Eaux (LNE)
	Laboratoire Central vétérinaire (LCV)
	Laboratoire National de la Santé (LNS)
	Cellule de limnologie – ESKOM
	Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable (SOMAGEP)
	Sociétés minières (SEMOS, SOMILO, Avion Resources)
	Direction Nationale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (DNACPN)
Sénégal	Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eaux (DGPRE)
	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (DEEC) – Laboratoire mobile
	Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED)
	Fondation CERES LOCUSTOX
	SEN'EAU
	Office des Lacs et Cours d'Eau (OLAC)
	Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS)
	Université Cheikh Anta Diop (UCAD) - Ecole doctorale eau, qualité et usages de l'eau (EDEQUE), Université Iba Der Thiam de Thiès, Université Gaston Berger de Saint-Louis, Université Assane Seck de Ziguinchor
Laboratoire de sécurité alimentaire et hygiène de l'environnement de l'Institut Pasteur	

Les acteurs ou groupes de travail pourront envisager d'établir un cadre logique pour définir les stratégies et les activités, car cela pourrait aider à clarifier la réflexion stratégique qui sous-tend le plan de travail et s'avérer utile en cas de demande d'assistance extérieure. Le plan de travail devra définir les rôles et les responsabilités des membres du groupe de travail ainsi que ceux des autres parties prenantes.

2.5 Estimation du budget pour chaque activité

Pour chaque activité, le plan de travail à mettre en œuvre est établi en fonction des objectifs spécifiques/cibles. Seules les actions prioritaires sont indiquées dans le Tableau 93 ci-dessous :

Tableau 93 : Budget estimatif en séquençant les différentes phases du plan d'action

Résultats attendus	Activités	Responsables	Coût (FCFA)	%
1. Réduction des matières en suspension (MES) de 50 %	1.1 Interdire les dragues industrielles chinoises	Min. Mines	15 000 000	5
	1.2 Interdire des rejets de résidus contenant du mercure ou lixiviation au cyanure de sédiments dans ou à proximité d'un milieu aquatique	Min. Mines	15 000 000	5
	1.3 Réduire au minimum les émissions provenant des équipements mécanisés ou des véhicules	Min. Environnement	7 000 000	2
2. Surveillance du niveau de pollution physique et chimique des eaux, des sédiments, de la faune de la Falémé	2.1 Piloter et renforcer le système de suivi de la qualité des eaux et de la faune de la Falémé	Min. Mines Min. Eau Min. Environnement	197 000 000	61
3. Développement et mise en œuvre une stratégie de communication sur les micropolluants	3.1 Faire connaître les résultats de la surveillance et du monitoring des micropolluants	Min. Environnement	10 000 000	3
	3.2 Evaluer les risques liés à la présence des micropolluants	Min. Environnement Min. Eau	10 000 000	3
	3.3 Mettre à jour les besoins de communication	Min. Mines Min. Eau Min. Environnement	8 000 000	2
4. Information et sensibilisation les autorités administratives aux dangers du mercure pour la qualité des eaux de la Falémé	4.1 Plaider auprès des autorités administratives pour l'application des textes relatifs à l'utilisation du mercure dans l'orpaillage	OMVS	10 000 000	3
5. Assurance du suivi et de l'évaluation du plan d'action du bassin	5.1 Suivre et évaluer le plan d'action du bassin	OMVS	50 000 000	16

2.6 Calendrier préliminaire de mise en œuvre

Pour chaque activité, un calendrier préliminaire de mise en œuvre des différentes phases du plan d'action est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 94 : Calendrier préliminaire de mise en œuvre des différentes phases du plan d'action

Résultats attendus	Actions	2	2	2	2	2
		0	0	0	0	0
		4	5	6	7	8
1. Réduction des matières en suspension (MES) de 50 %	1.1 Interdire les dragues industrielles chinoises					
	1.2 Interdire des rejets de résidus contenant du mercure ou lixiviation au cyanure de sédiments dans ou à proximité d'un milieu aquatique					
	1.3 Réduire au minimum les émissions provenant des équipements mécanisés ou des véhicules					
2. Surveillance du niveau de pollution physique et chimique des eaux, des sédiments, de la faune de la Falémé	2.1 Piloter et renforcer le système de suivi de la qualité des eaux et de la faune de la Falémé					
3. Développement et mise en œuvre une stratégie de communication sur les micropolluants	3.1 Faire connaître les résultats de la surveillance et du monitoring des micropolluants					
	3.2 Evaluer les risques liés à la présence des micropolluants					
	3.3 Mettre à jour les besoins de communication					
4. Information et sensibilisation les autorités administratives aux dangers du mercure pour la qualité des eaux de la Falémé	4.1 Plaider auprès des autorités administratives pour l'application des textes relatifs à l'utilisation du mercure dans l'orpaillage					
5. Assurance du suivi et de l'évaluation du plan d'action du bassin	5.1 Suivre et évaluer le plan d'action du bassin					

3 BIBLIOGRAPHIE

ALOUÉIMINE BB, KANKOU MO, BELGHYTI D, 2017. An indexing approach for the assessment of heavy metals in drinking water produced by Mauritanian water treatment plant. *Scientific Study & Research* 18: 319 – 328.

ARYEE B.N., NTIBERY B.K., ATORKUI E., 2003: Trends in the small-scale mining of precious minerals in Ghana: A perspective on its environmental impact. *J. Clean. Prod.*; 11:131–140.

BARRINGER JL, SZABO Z, REILLY PA, 2013. Occurrence and Mobility of Mercury in Groundwater, Chapter 5. *Licence In Tech*, pp: 116 – 150.

BASU, N.; CLARKE, E.; GREEN, A.; LONG, R.; CALYS-TAGOE, B.; CHAN, L.H.M.; DZODZOMENYO, M.; FOBIL, J.N.; NEITZEL, R.L.; OBIRI, S.; ODEI, E.; OVADJE, L.; RAJAE, M.; QUANSAH, R.; WILSON, M.L., 2015 : Integrated assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Ghana—Part 1: Human health review. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.*, 12, 5143–5176.

CANTER LW (1987) *Ground water quality protection*, Lewis publications. Inc., Chelsea, MI, USA, pp: 650.

OMVS (2012) *Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal*. Rapport définitif rédigé en mai, en 3 volumes par BRL Ing., ASCONIT Consultants, pour le Haut-Commissariat à Dakar.

CONTI M.E., CECCHETTI G. (2003) A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research*, 93(1), 99–112.

DRISCOLL CT, JAMES JK, AKEIVERFELDT, 1994. 13. Trace metals speciation and cycling in Biogeochemistry of small catchments: a tool for environmental research Edited by Moldan B, Cemy J (eds). pp. 299–322.

ESDAILE LJ ET CHALKER JM, 2018. The Mercury Problem in Artisanal and Small-Scale Gold Mining. *Chem. Eur. J.* 24: 6905–6916. Doi: 10.1002/chem.201704840.

ESTAY H., R. QUILAQUEO R-F. M., SERICHE G., CORTÉS I., GIM-KRUMM M., BARROS L, 2021. Enhancing the effectiveness of copper and cyanide recovery in gold cyanidation: A new integrated membrane process. *Hydrometallurgy* 2021, 202 , 105606. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2021.105606>

GARVIN T., MCGEE T.K., SMOYER-TOMIC K.E., AUBYNN E.A., 2009: Community-company relations in gold mining in Ghana. *J. Environ. Manage.* ; 90:571–586.

GOUVERNEMENT DU CANADA (2015) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Document technique- Le manganèse <http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/watermanganese-eau/index-fra.php>

HSU-KIM H, ECKLEY CS, ACHA D, FENG X, GILMOUR CC, JONSSON S MITCHELL CPJ, 2018. Challenges and opportunities for managing aquatic mercury pollution in altered landscapes. *Ambio* 47 : 141–169. Doi 10.1007/s13280-017-1006-7.

LU K., LONG R., RAJAE M., BASU N., AKIZILI J., ROBINS T., YEE A., SHARP C., RENNE E., WILSON M.L., 2011 *An Exploratory Study on the Effects of Social Resources, Environmental Exposures and Malaria Prevention Practices on the Prevalence of Malaria-Like Symptoms in a Gold-Mining Community in Ghana*. University of Michigan; Ann Arbor, MI, USA.

LONG R., RENNE E., ROBINS T., WILSON M., PELIG-BA K., RAJAE M., YEE A., KOOMSON E., SHARP C., LU J., BASU N., 2013 : Water values in a Ghanaian small-scale gold mining community. *Hum. Organ.* ;72:199–210.

LU X, WANG L, LI LY, LEI K, HUANG L, KANG D, 2010. Multivariate statistical analysis of heavy metals in street dust of Baoji, NW China. *Journal of Hazardous Materials*, *J Hazard Mater* 173: 744–749. Doi. 10.1016/j.jhazmat.2009.09.001.

MACDONALD, D.D., C.G. INGESSOLL et T.A. BERGER. 2000. « Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39 : 20-31.

MOHAN S. V., NITHILA P., AND REDDY S. J. 1996. Estimation of heavy metals in drinking water and development of heavy metal pollution index. *J. Environ. Sci. Health* 31A: 283-289. ICA no. M-3951.

NDIAYE P.M., GUILLOU J.J., 1997. Les tourmalinisations stratiformes à dravite d'origine colloïdale du Paléoprotérozoïque sénégal-malien. *J. Afr. Earth Sci.*, 24 (3), 215-226.

NGOM P.M., 1995. Caractérisation de la croûte birimienne dans les parties centrale et méridionale du Supergroupe de Mako. Implications géochimiques et pétrogénétiques. Thèse Doct. État Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar, 243 p.

NIANE B., GUEDRON S., MORITZ R., COSIO C., NGOM P.M., DEVERAJAN N., PFEIFER H.R., POTE J., 2014, Human exposure to mercury in artisanal small-scale gold mining areas of Kedougou region, Senegal, as a function of occupational activity and fish consumption, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, DOI 10.1007/s11356-014-3913-5.

POSTHUMUS EDJ, 2019. L'impact de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or sur la santé humaine et l'environnement au Burkina Faso. *World Water*, 8p.

PRASAD B, ET BOSE JM, 2001. Evaluation of the heavy metal pollution index for surface and spring water near a limestone mining area of the lower Himalayas. *Environ Geol.* 41: 183–188.

RAJAE, M., OBIRI, S., GREEN, A., LONG, R., COBBINA, S. J., NARTEY, V., BUCK, D., ANTWI, E., & BASU, N., 2015: Integrated Assessment of Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Sénégal-Part 2: Natural Sciences Review. *International journal of environmental research and public health*, 12(8), 8971–9011. <https://doi.org/10.3390/ijerph120808971>

REZAVERDINEJAD V, ET RAHIMI M, 2017. Seasonal Assessment of Nitrate, Nitrite, and Heavy Metals Pollution in Groundwater of Ardabil Aquifer, Iran. *Pol. J. Environ. Stud.* 26: 2267- 2276. Doi: 10.15244/pjoes/69943.

SAEEDI M, LI LY, SALMANZADEH M, 2012. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons: Pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran. *Journal of Hazardous Materials* 15: 9–17. Doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.04.047.

SANTÉ CANADA (2006). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – L'arsenic. Bureau de la qualité de l'eau et de la santé, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). <http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/waterarsenic-eau/alt/water-arsenic-eau-fra.pdf>

SANTÉ CANADA (2009) Santé de l'environnement et du milieu de travail. Le Fer <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/iron-fer/index-fra.php>

STECKLING, N., BOSE-O'REILLY, S., PINHEIRO, P. *et al.* The burden of chronic mercury intoxication in artisanal small-scale gold mining in Zimbabwe: data availability and preliminary estimates. *Environ Health* **13**, 111 (2014). <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-111>

UNEP WHO (United Nations Environment Programme, World Health Organization). 1996. Water Quality Monitoring. A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes, ed. J. Bartram and R. Balance. London, UK: United Nations Environment Programme, World Health Organization

VEIGA MM, ET BAKER RF, 2004. Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by artisanal and small-scale gold miners. Vienna, Austria: GEF/UNDP/UNIDO. 289p.

CHAPITRE 4 : PROPOSITION D'UNE LISTE D' ACTIONS PRIORITAIRES ET PLAN D' ACTION POUR LA REALISATION DE DEUX ACTIONS DE HAUTE PRIORITE

Dans un premier temps, une liste d'actions prioritaires est proposée. Elle permettra ensuite d'identifier deux actions de Haute Priorité à mettre en place, au Sénégal et au Mali, pour protéger l'environnement du Bassin de la Falémé.

1 PROPOSITION D'UNE LISTE D'ACTIONS PRIORITAIRES

Les actions prioritaires sont au nombre de quatre, toutes nécessaires et complémentaires entre elles :

- Action juridique ;
- Action technique ;
- Action socio-économique ;
- Action santé.

Ces quatre actions prioritaires seront développées, l'une après l'autre et un schéma montrera comment elles s'organisent de façon complémentaire pour constituer la base d'un programme destiné à préserver la rivière Falémé des conséquences désastreuses d'un orpaillage sauvage et non respectueux de l'environnement et des populations riveraines. Ces quatre actions seront replacées dans un plan d'action général qui constituera une proposition à discuter et à faire évoluer avec toutes les parties prenantes.

1.1 Action juridique

1.1.1 Rappeler et renforcer le cadre législatif et réglementaire

Depuis sa création en 1972, l'OMVS a élaboré différents textes relatifs à la protection des ressources naturelles du Bassin du Fleuve Sénégal. Parmi ces textes, une convention (article 1) précise que le fleuve Sénégal est déclaré fleuve international y compris ses affluents. Avec cette convention, les États concernés affirment solennellement leur volonté de développer une étroite coopération pour permettre l'exploitation rationnelle des ressources du fleuve Sénégal (art. 2). Cette convention a été adoptée le 28 mai 2002 à Nouakchott, puis ratifiée respectivement par le Mali et le Sénégal, le 24 juillet 2002 et le 28 mai 2003. Ainsi, pèsent sur les États, la nécessité de prendre les dispositions de nature à prévenir, réduire ou maîtriser les événements ou conditions résultant de causes naturelles ou d'activités humaines qui risquent de causer un dommage aux autres États, à l'environnement du Fleuve, à la santé ou à la sécurité de l'Homme. L'estimation initiale du Mali a fait ressortir que parmi les problèmes environnementaux, figure le tarissement des cours d'eau

par les dragages dans les fleuves Gambie et la Falémé (p. 22). En outre, les États doivent établir conjointement la liste des substances dont la présence dans les eaux du Fleuve doit être interdite, limitée, étudiée ou contrôlée et œuvrer de concert afin de lutter contre les pollutions ponctuelles ou diffuses (art. 16).

Le Mali et le Sénégal sont engagés dans différentes initiatives internationales en rapport avec la protection des ressources minières. Ces deux États ont ratifié ou accédé à différentes conventions internationales en rapport avec la protection des ressources naturelles et minières, notamment celle sur l'Exploitation Minière Artisanale à Petite Échelle (EMAPE). Au plan régional, différents textes ont été adoptés et les deux pays sont engagés dans ces initiatives. Parmi ces textes, "La Vision du Régime minier de l'Afrique" a été adoptée par les Chefs d'État et de Gouvernement lors du Sommet de l'Union africaine (UA) de 2009. Ce texte propose d'encourager la création de petites exploitations minières communautaires et artisanales résilientes ou ASM.

De plus, le Mali et le Sénégal sont des États membres d'organisations communautaires, comme la CEDEAO et l'UEMOA. Ces dernières ont adopté des textes en rapport avec la politique minière et de gestion des ressources naturelles. Ces textes sont essentiels pour l'EMAPE d'Or. En effet, le Code minier communautaire régit l'ensemble des opérations relatives à la prospection, à la recherche, à l'exploitation, à la détention, à la circulation, au traitement, au transport, à la possession, à la transformation et à la commercialisation de substances minérales sur toute l'étendue du territoire de l'Union, à l'exception des hydrocarbures liquides ou gazeux (art. 2). Ce Code donne la définition suivante de l'exploitation artisanale : « toute exploitation dont les activités consistent à extraire et concentrer des substances minérales et à récupérer les produits marchands en utilisant des méthodes et procédés manuels et traditionnels » (art. 1.13). Par conséquent, ne peuvent être considérés comme site EMAPE d'Or que ceux qui correspondent à cette définition.

Les règles de sécurité et d'hygiène applicables aux travaux de prospection, de recherche et d'exploitation de substances minérales, au transport, au stockage, à l'utilisation des produits dangereux, à la protection de l'environnement, à la réhabilitation des sites exploités et à la conservation du patrimoine forestier et archéologique sont fixées par la réglementation minière au sein de l'Union (art. 11). C'est dans le cadre de cette réglementation que l'Acte additionnel n° 01/2008/CCEG/UEMOA portant politique commune d'amélioration de l'environnement de l'UEMOA a été adopté.

La mise en œuvre de l'EMAPE exige le respect des normes environnementales et sociales de la Banque Mondiale. Il s'agit du Cadre Environnemental et Social (CES) de la BM. Le CES comprend dix Normes Environnementales et Sociales (NES).

A ce jour, tout est donc en place, et bien défini et cadré, il reste à "faire appliquer".

1.1.2 Formaliser l'activité d'orpaillage

1.1.2.1 Redéfinir l'orpaillage artisanal

Il faut distinguer précisément, l'orpaillage artisanal du type EMAPE d'Or, d'une activité à l'échelle industrielle d'extraction de l'or, celle-ci comprenant bien sûr les grandes mines, mais surtout le dragage intensif du lit vif de la Falémé par des gros engins.

Cette activité de dragage est effectuée à très grande échelle et est responsable d'une "pollution physique" de l'eau de la Falémé.

1.1.2.2 **Interdire les activités de dragage sur la Falémé**

Sénégal et Mali ont signé des accords qu'il faut maintenant respecter ou faire respecter. Les activités de dragage sur la Falémé ne sont pas des « méthodes et procédés manuels et traditionnels » au sens de l'article 1.13 du code minier communautaire signé par le Mali et le Sénégal. Les deux pays se sont engagés à respecter ce code. En priorité, ils doivent donc interdire les dragues de gros gabarit dans le lit vif de la Falémé. Ce sont elles qui provoquent cette pollution physique signalée dans le Chapitre 2. L'interdiction des dragues permettra de stopper instantanément la pollution physique de la Falémé. Il sera détaillé ensuite comment suivre de près et très simplement ce type de pollution de la Falémé (Action Technique) et donc comment détecter l'action clandestine de barges.

1.1.2.3 **Rédiger une charte de l'orpaillage artisanal et durable**

La rédaction d'une charte de l'orpaillage artisanal et durable serait un véritable guide des bonnes pratiques de l'orpaillage. Cette charte devra être respectée par les orpailleurs qui la signeront en s'engageant pour sauver leur activité, en la rendant durable et responsable.

Véritable guide de l'orpaillage durable et responsable, la charte indiquera comment améliorer les méthodes d'exploitation artisanale de l'or :

- extraction, - concassage, - tamisage, - concentration gravitaire, - traitement et raffinage, - commercialisation.

Par contre, la charte interdira aux orpailleurs de mettre en œuvre :

- Le procédé d'amalgamation à l'air libre qui consiste à ajouter du mercure à la poussière de roche, puis à chauffer cet amalgame pour en extraire l'or
- Le procédé de cyanuration qui consiste en une lixiviation du minerai aurifère par une solution de cyanure très dilué.

Ainsi l'orpaillage responsable et durable ne comprendra que deux étapes bien distinctes :

- La première consistera à produire un minerai aurifère préconcentré de façon artisanale et sans produit chimique ;
- La seconde consistera à séparer l'or chimiquement. Cette étape sera désormais interdite aux orpailleurs qui veulent respecter la Charte de l'orpaillage responsable et durable.

1.1.3 **Créer un "Groupement d'Intérêt pour les orpailleurs de la Falémé"**

Le plus difficile sera de faire respecter la Charte de l'orpaillage durable et responsable.

Généralement, toute interdiction provoque "un contournement de la loi". Plutôt que surprendre les fraudeurs pour les punir, les faire payer, il faut les amener à appliquer la charte "par intérêt pour eux". Il faut organiser un système d'intéressement qui les amènera à respecter cette charte, car ce sera plus favorable pour eux. En environnement, dans la gestion des déchets, il est bien connu que forcer et punir est

une méthode vaine et onéreuse. Comme de toute façon, garder un environnement propre coûte de l'argent, quitte à payer, il vaut mieux se résoudre à le faire en amont ; en effet il est préférable de payer "utile" pour instaurer un système qui amènera les orpailleurs à respecter la loi, plutôt que de devoir payer plus cher, en aval, pour les surveiller, les prendre sur le fait, les punir, et en plus devoir remédier à la pollution. En matière de gouvernance environnementale, cette façon de procéder sera certainement la bonne, même si elle va à l'encontre des us et coutumes.

Un programme original est donc préconisé et celui-ci devrait conduire les orpailleurs à travailler plus propre, en étant encadrés, et en bénéficiant d'avantages les gratifiant s'ils jouent le jeu.

Il faut mobiliser les orpailleurs en leur proposant un abonnement gratuit à un Groupement d'Intérêt (« G.I. des orpailleurs »), avec une carte d'adhérent gratuite (dans beaucoup de pays, les précédentes tentatives étaient payantes... avec le succès que l'on sait). Cela leur permettra, s'ils adhèrent en signant la charte de l'orpaillage responsable et durable, d'en retirer des avantages. Ce groupement d'intérêt permettra en outre, de les répertorier ainsi que leurs sites d'orpaillage. Les orpailleurs qui vont adhérer et jouer le jeu en abandonnant l'utilisation sauvage du mercure et du cyanure, vont être gratifiés de différentes manières (voir Action socio-économique, Programme de Fidélisation des orpailleurs).

1.1.4 Encadrement de la séparation chimique de l'or par la mise en place de Stations Chimiques pour le mercure et le cyanure

Pour limiter la pollution au mercure et au cyanure, il faut que la manipulation de ces produits soit complètement encadrée et donc elle ne doit être autorisée que dans des locaux dédiés et certifiés conformes d'un point de vue environnemental. Des stations chimiques (SC) pour séparer l'or seront mises en place. Concomitamment, il faudra créer une réglementation pour ces locaux et une habilitation pour les personnes qui y travaillent. De même, les équipements de ces locaux devront être soumis à une charte de conformité pour l'environnement. Dans ces stations, un personnel habilité et formé prendra en charge le traitement des minerais concentrés par les orpailleurs pour leur en extraire l'or. Dans ces locaux dédiés, les opérations de séparation de l'or avec le mercure et avec le cyanure pourront être mises en œuvre de façon professionnelle sans risque pour les orpailleurs et sans risque pour l'environnement.

1.2 Action technique

1.2.1 Des stations chimiques pour le traitement du minerai

Cette action consiste essentiellement à la mise en place des Stations Chimie (SC).

Ces stations (SC) seront spécialement conçues pour le traitement du minerai préconcentré qui sera amené par les orpailleurs adhérents au G.I. des orpailleurs de la Falémé, munis de leur carte. Le traitement pour extraire l'or sera effectué pour eux, gratuitement, dans le respect de la charte de l'orpaillage artisanal responsable et durable.

Les SC seront équipées avec un matériel adéquat, bien entretenu, révisé et en état de marche. D'une part, la séparation de l'or par amalgamation avec le mercure sera réalisée avec des cornues pour éliminer la vaporisation des éléments chimiques

dans l'air, et d'autre part, la séparation de l'or par lixiviation avec du cyanure sera effectuée dans des cuves ou des colonnes étanches. Les locaux seront aménagés avec un système de récupération des effluents pollués (effluents liquides - cuves -, effluents gazeux - filtres -). Les effluents récupérés seront traités pour récupérer le mercure et le cyanure, afin de les réutiliser. Le mercure sera régénéré par une méthode connue, simple et peu coûteuse. Du personnel technique, formé, sera chargé de l'entretien du parc d'appareillage. Des chimistes effectueront la séparation de l'or avec le mercure ou le cyanure.

1.2.2 Les SC en charge du suivi de la pollution de la Falémé

Les Stations Chimiques (SC) seront en charge du programme de surveillance et de suivi de la pollution du cours de la Falémé. Elles seront préférentiellement situées en bordure du fleuve, de part et d'autre, à la fois au Mali et au Sénégal. Plusieurs SC seront distribuées dans la zone SMMK, malienne et sénégalaise, disposées une fois au Mali, une fois au Sénégal, de façon que les orpailleurs du G.I. puissent les atteindre sans trop devoir se déplacer. Des SC seront aussi placées au Nord et au Sud de la Falémé. Du personnel technique formé et habilité effectuera, régulièrement, les prélèvements d'eaux, de sols, de sédiments, d'organismes vivants (donc y compris sur les Hommes). Les analyses chimiques du mercure et du cyanure dans les échantillons prélevés seront effectuées sur place avec des XRF de terrain, matériels sur lesquels le personnel aura été formé. D'autre part, des prélèvements d'eau du fleuve seront effectués tout au long de l'année pour quantifier la quantité des matières en suspension (MES). Ce contrôle sera fait de manière très simple, mais régulière (au-moins une fois par semaine) ; il s'agira de prélever l'eau de la Falémé dans une bouteille en plastique transparent (toujours le même volume : 1 litre) et d'y laisser décanter les argiles pendant une nuit. Le lendemain, la hauteur des argiles déposées au fond de la bouteille sera mesurée et notée. Ce suivi des MES dans le fleuve de la Falémé, permettra de surveiller et de quantifier la "pollution physique" si des barges opèrent encore sur le fleuve. Ce sera le moyen le plus discret et le plus économique de contrôler si des barges sont en action sur la rivière.

1.3 Action socio-économique

1.3.1 Mise en place d'un programme de formation

De manière complémentaire, une action à mettre en place le plus rapidement possible, est un programme de formation, à plusieurs niveaux.

Dès l'école primaire, dans les villages, il faudra éduquer les enfants et les sensibiliser à l'intérêt de préserver l'environnement, pour eux, préserver le cours de la Falémé. Ce sont les enfants qui expliqueront aux parents orpailleurs combien il est important de préserver une Falémé propre, pleine de poissons, capable d'irriguer leurs cultures qui produiront des produits sains.

Concomitamment, il faudra mettre en place un programme de formation professionnelle pour avoir les personnels capables de faire fonctionner, dans les règles de l'art, les SC. Cette formation professionnelle pourrait être organisée à plusieurs niveaux.

D'une part, le collège et le lycée formeront des techniciens titulaires d'un CAP et d'autre part, l'université formera des ingénieurs par le biais d'un Master Professionnalisant intitulé "Orpillage artisanal responsable et durable". Ce Master

pourrait, sur deux ans, former les étudiants avec des modules concernant la réglementation juridique, des modules concernant les techniques d'orpaillage, des modules concernant les méthodes d'analyses chimiques pour surveiller la pollution (les grandes mines seront aussi intéressées par ces cadres), des modules concernant les méthodes de prélèvements des échantillons solides, liquides, gazeux, des modules concernant la chimie du mercure et du cyanure, des modules concernant les procédés d'amalgamation et de lixiviation au cyanure.

Ce Master pourrait être habilité pour être proposé à l'Université de Dakar et à celle de Bamako.

L'intérêt d'une formation professionnalisante, que ce soit au niveau CAP ou au niveau Master, est que certains enseignements "d'apprentissage" peuvent être dispensés "sur le terrain". Ainsi des élèves et des étudiants effectueraient des visites et des stages pratiques sur le terrain dans les SC. Ces élèves et étudiants constitueraient une ressource de personnels spécialisés qui viendrait compléter le travail d'ingénieurs et techniciens, déjà en place dans les SC. Le CAP ou le diplôme de fin d'études de ce master fournirait un réservoir de personnel spécialisé dans les techniques de l'orpaillage pour surveiller et conserver l'environnement d'une rivière comme la Falémé, mais aussi de fleuves comme le Sénégal, la Gambie, etc.

Un effort de formation en personnel de santé, spécialisés en médecine du travail pour détecter, soigner, suivre les maladies provoquées par le métier d'orpailleur, les maladies provoquées par la pollution, les métaux lourds, le mercure, le cyanure, est absolument nécessaire. Ce volet de formation sera détaillé dans le paragraphe concernant l'action "Santé et risques".

1.3.2 Mise en place d'un programme de fidélisation des orpailleurs

Il faut mettre en place un programme de fidélisation des orpailleurs au sein du « G.I. des orpailleurs artisanaux responsables de la Falémé ». Pour que les orpailleurs soient séduits et intéressés, il faut que chaque adhérent ait la possibilité autant de fois qu'il veut, de venir amener son matériau (minerais ou concentrés, sans mercure) à traiter, le traitement sera gratuit. En fin de traitement, son or sera pesé. Cet or pourra lui être acheté en fonction de sa pureté, mesurée en carats. Il pourra aussi choisir de garder son or pour le vendre lui-même ailleurs. Ce système permettra en outre, de répertorier chaque venue des orpailleurs, les quantités de matériaux traités, les quantités d'or extraites, celles rachetées, celles gardées par les orpailleurs.

En proportion avec la quantité d'or obtenue par chaque orpailleur, des avantages lui seront accordés et enregistrés sur sa carte de fidélité : le gain de "points" lui donnant droit à différentes gratifications, intéressantes pour lui et sa famille.

Plusieurs types de gratifications peuvent être mises en place, en faisant participer les commerçants du village (par ailleurs "payés" par les porteurs du programme). Ainsi, ces "points" accumulés sur la carte de fidélité permettront d'obtenir des petits matériels utiles et nécessaires pour orpailler : pioches, pelles, bassines, tuyaux ... Ces points permettront des réductions sur l'achat de matériels plus gros : pompes, sluices, broyeurs, motos, ... Ces points pourront aussi permettre aux femmes et enfants des orpailleurs d'avoir des avantages : petits matériels de cuisine, produits de bases comme du savon, des lessives, de l'huile, du sucre, ... mais aussi des réductions sur l'achat de vêtements, de matériel pour la maison, ou de fournitures scolaires pour les enfants. Il faut aussi que les orpailleurs adhérents à ce G.I. des

orpailleurs, avec leurs points gagnés sur leur carte, puissent obtenir des soins gratuits dans le dispensaire du village (voir Action Santé).

Pour compléter ce programme de fidélisation, il serait judicieux d'organiser une fois par an dans chaque SC, un "loto" avec tirage au sort pour gagner "une moto". Ce loto motivera encore plus les orpailleurs adhérents au G.I. Il faudra l'organiser tous les ans pour que chaque orpailleur puisse rêver de gagner cette moto, tout en appliquant et respectant la charte de l'orpailleur responsable et durable qu'il a signée pour avoir sa carte d'adhérent.

1.4 Action santé et risques

Il est nécessaire d'avoir des médecins formés pour diagnostiquer et soigner les troubles liés aux activités d'orpaillage, blessures, troubles musculosquelettiques (TMS). Il faudra aussi former des professionnels de santé des zones EMAPE (médecins, sage-femmes, infirmiers, biologistes, pharmaciens, etc.) au diagnostic et au traitement des intoxications dues aux produits chimiques tel le mercure et le cyanure.

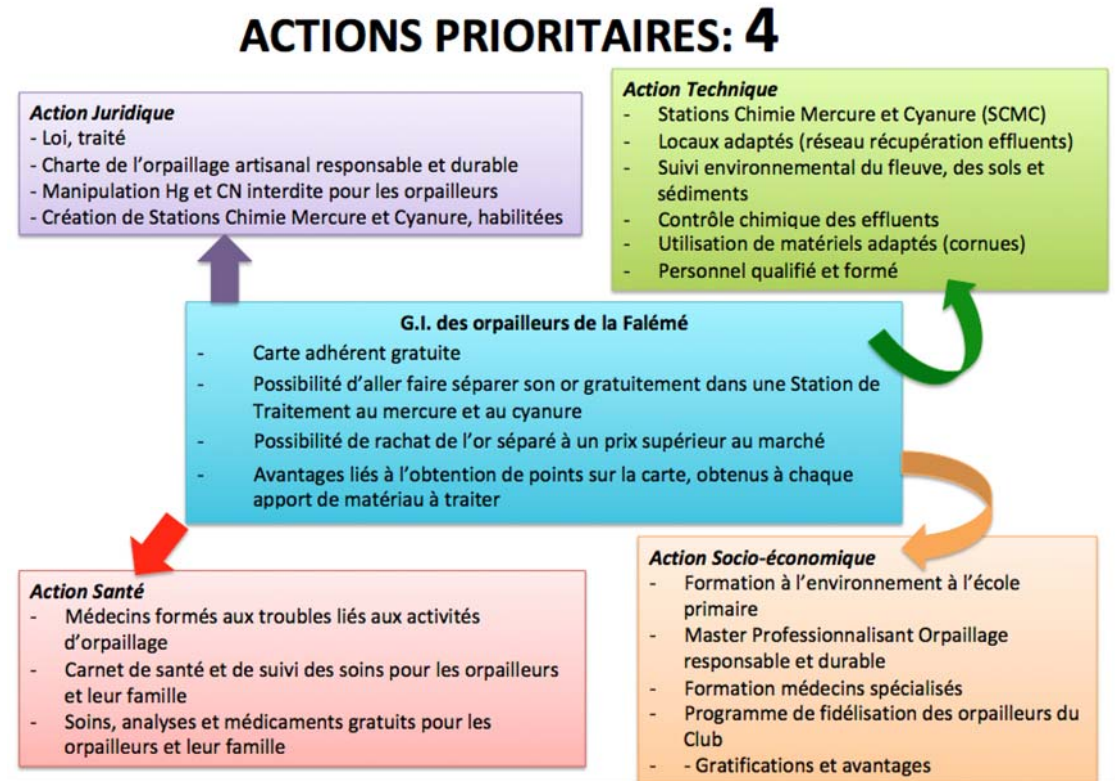
Pour les orpailleurs adhérents au G.I. et ayant signé la charte de l'orpailleur responsable et durable, un carnet de santé et de soins sera mis à leur disposition pour un suivi de leur santé et de celle de leur famille, femme et enfants. Les examens de santé (analyses d'urine, de sang) seront gratuits pour les orpailleurs et leur famille.

Une pharmacie des orpailleurs pourra être alimentée en produits et médicaments pour soigner leurs troubles liés à l'orpaillage, pour soigner leur famille.

Ces quatre actions vont être replacées dans le plan d'action. C'est une proposition à discuter et à faire évoluer avec toutes les parties impliquées.

Le schéma de la Figure 140 montre comment ces quatre actions peuvent s'organiser de façon complémentaire pour constituer la base d'un programme pour préserver la rivière Falémé des conséquences désastreuses d'un orpaillage sauvage et non respectueux de l'environnement et des populations.

Figure 140 : Plan d'action général comprenant quatre actions prioritaires



2 PLAN D'ACTION POUR DEUX ACTIONS DE HAUTE PRIORITE

2.1 Prise en charge du programme

De nombreux acteurs sont concernés par le problème de la pollution de la Falémé : les Mines, l'Industrie, l'Environnement, la Justice, la Santé. Les différentes institutions concernées et sollicitées dans le passé, sont tellement nombreuses qu'il est difficile de les citer toutes, surtout que le Sénégal et le Mali ont chacun les leurs de chaque côté de la Falémé. De nombreux rapports ont répertorié ces différentes entités, mais pour arriver à dire finalement qu'aucune n'avait les moyens de mettre en place quoi que ce soit. Comment attribuer une partie du programme (et son financement) à l'une ou l'autre, sans créer rivalités et mécontentement ?

2.2 L'orpaillage, une cause nationale pour le Sénégal et le Mali

La proposition suivante est faite : faire de l'orpaillage et des orpailleurs :

- Une cause nationale au Sénégal et au Mali, pour qu'ils deviennent deux producteurs d'or artisanal écoresponsable internationalement reconnus, avec une véritable industrie et économie de ce métal précieux ;
- Une activité reconnue et légale ;
- Des travailleurs reconnus et utiles (au lieu de travailleurs clandestins peu considérés) qui participent à la vie économique formelle des deux pays, qui gagnent décemment leur vie.

On peut même envisager d'instaurer un tourisme de l'orpaillage, en complément des visites des parcs et aires protégées. On attirerait, par exemple, des touristes avec des stages d'orpaillage à la fin desquels ils garderaient en souvenir les petites paillettes qu'ils auraient batayées. Il serait aussi possible de créer un « musée de l'orpaillage » avec répertoriées, toutes les techniques de l'orpaillage artisanal et, à

vendre, quelques petits bijoux fabriqués localement. Dans ce musée, il sera bien sûr mis en avant comment l'environnement de la Falémé est protégé et préservé.

2.3 Plan d'actions pour deux actions de Haute Priorité

Les deux actions de Haute Priorité vont être :

2.3.1 La création et la mise en place de la SOR

La création d'un Service en charge de l'ORpaillage" (SOR), au sein de la DEDD du Haut Commissariat de l'OMVS, qui centralisera toutes les actions requises pour faire de l'orpaillage artisanal, une activité d'Etat. L'orpaillage artisanal deviendra ainsi "une nouvelle industrie" à part entière. Le SOR élaborera et lancera, via sa hiérarchie, des appels d'offre public avec un programme d'actions (voir tableau ci-dessous). Les fédérations, les associations, les communautés, les laboratoires, les collectivités territoriales, les sociétés des Eaux, les universités et la recherche, les Mines, répondront à ces appels d'offre pour financer leurs programmes d'actions. Lesquels programmes seront voulus, gérés, contrôlés par le SOR. Le SOR assurera le suivi de chaque action confiée à une entité financée. Pour le rendu des différentes actions, des séminaires (conférences) spécialisés seront organisés tous les ans pour contrôler l'avancement des différentes actions engagées.

Comment le SOR sera-t-elle financé ? Les grands organismes internationaux comme l'ONU, la BM, l'AFD, l'UE, la BAD, le financeront par le biais d'aides ou de dons aux deux pays Sénégal et Mali. L'argent arrivera à un seul niveau, la DEDD, qui financera ensuite les différents acteurs, choisis sur appel d'offre, en proportion des actions qu'ils s'engageront à mener.

Le SOR, dès sa mise en place et via sa hiérarchie, fera respecter et appliquer les lois, conventions et traités, signés par le Sénégal et le Mali, pour protéger l'environnement de la Falémé. Ce travail du SOR pourra être à effet immédiat, car tous les textes juridiques existent déjà. Le SOR rédigera la charte de l'orpaillage artisanal responsable et durable.

2.3.2 La mise en place des « SC » et du « GI des orpailleurs artisanaux responsables », avec son programme de fidélisation

Puisque les SC (Stations Chimiques pour le traitement du minerai d'or) auront la charge du suivi et de la surveillance de la qualité des eaux de la Falémé, il sera judicieux de les placer à proximité des points sélectionnés pour le suivi de la Falémé. Ainsi, ces stations s'échelonneront, d'amont en aval de la Falémé, à savoir : Guémédji (Sénégal), Dioulafandou (Mali), Kolya (Sénégal), Sansamba (Mali), Gourbassi (Sénégal), Dioubéla (Sénégal), Naye (Mali), Synthiou Dialiguel (Sénégal) et Gouthioubé (Mali) (voir Tableau 83, chapitre 3).

Ces 9 SC devront être mises en place, puis équipées avec tous les matériels nécessaires au traitement des minerais d'or que les orpailleurs viendront faire traiter. En outre, il faudra aussi tout le matériel nécessaire au suivi et à la surveillance de la qualité des eaux de la Falémé.

Dans le même temps, pour intéresser et motiver les orpailleurs, il faudra créer le Groupement d'Intérêt (GI) des orpailleurs artisanaux responsables (voir paragraphe 1.1.3), avec son programme de fidélité (voir paragraphe 1.3.2).

2.3.3 Le modèle CHAMI applicable aux « SC »

2.3.3.1 Préambule

Comme demandé durant lors de la visioconférence du 6 octobre 2023, préliminaire à l'atelier de validation du rapport final provisoire R2 et impliquant les représentants de l'OMVS et GINGER SOFRECO (« le Consultant »), nous avons exploré l'éventualité d'établir une analogie entre le centre de traitement de minerais aurifères situé à CHAMI en Mauritanie et la mise en place de structures analogues sur les deux rives de la Falémé.

2.3.3.2 Introduction

Le centre minéralurgique existe à CHAMI parce qu'il y avait là une ville nouvelle qui a bénéficié d'un plan d'urbanisation soutenu personnellement par le Président et l'État ; ce qui a renforcé son potentiel de réussite. Des années plus tard (avec l'émergence de l'orpaillage en 2016), l'État a créé, à la périphérie de la ville, un centre minéralurgique structuré pour concentrer l'or des artisans miniers, dont certains parcourent plusieurs dizaines, voire centaines, de kilomètres pour y traiter leur minerai.

La ville nouvelle est relativement proche de grandes mines d'or et d'importantes zones orpaillées. Cette situation est tout à fait comparable à celle du bassin de la Falémé où sa création entrerait bien dans le cadre de la politique de décentralisation des États. En outre, la création de cette ville et son centre minéralurgique entre aussi dans le plan de développement d'un « Hub minier régional » qui est une composante des 27 projets phares du Plan Sénégal Émergent (PSE).

La ville nouvelle comprend :

- un encadrement militaire et territorial, puis des services de base (eau, santé, éducation, énergie et les principaux ministères en charge de l'encadrement et du suivi des activités de orpailleurs, mais aussi du territoire) et des quartiers d'habitation avec des commerces, et, bien sûr et surtout, un espace aménagé (cf. le concept de "Stations Chimiques" de la proposition SOFRECO) pour le traitement des minerais des orpailleurs.

2.3.3.3 Conditions de mise en place de la ville nouvelle.

L'attribution des lots et la gestion foncière doivent être confiées à une structure publique qui sera responsable de la distribution des parcelles. La publicité se fera par voie de presse et radio, avec publication au Journal officiel et affichage public dans les préfectures et sous-préfectures. Des procédures de contrôle et de limitation devront être mises en place pour éviter la spéculation sur l'attribution des lots.

La mise en place de cette nouvelle ville, bien que non essentielle à l'amélioration de la qualité des eaux de la Falémé, présenterait le bénéfice majeur d'initier un projet intégré de développement à l'échelle nationale (au Sénégal et au Mali), contribuant ainsi à l'élargissement des perspectives économiques pour la région du bassin versant de la Falémé.

L'aspiration à édifier cette nouvelle ville nécessitera de surmonter les défis spécifiques liés à son implantation dans une zone « désertique », mais quand même habitée de très longue date. Ces défis incluent, entre autres, l'accès au foncier, la construction des voies de communication, la sécurisation des approvisionnements en ressources vitales telles que l'eau et l'énergie, ainsi que l'efficace gestion des

déchets urbains, dans une région déjà confrontée à la problématique de l'orpaillage. D'autant plus que, à long terme, la ville risque de subir le même destin que d'autres villes minières, qui se sont transformées en villes-fantômes. Ainsi donc, pour prévenir cette transformation, il est vital de diversifier l'économie au-delà de l'exploitation minière (agriculture, élevage et surtout le tourisme), d'investir dans une planification urbaine flexible (capable de s'adapter aux changements économiques et démographiques), de promouvoir l'éducation et la formation, et d'encourager le développement durable (énergie renouvelable, constructions adaptées au climat). Des infrastructures de transport et de communication efficaces, ainsi que des partenariats public-privé, sont également essentiels pour assurer une transition fluide après l'épuisement des ressources minières.

L'établissement du futur barrage à Gourbassi représenterait un avantage majeur pour la viabilité à long terme de cette ville, contribuant ainsi à prévenir sa potentielle transformation en ville-fantôme.

2.3.3.4 Conditions de mise en place du centre minéralurgique pour l'or des orpailleurs / EMAPE

Le centre minéralurgique à CHAMI, pour le traitement de l'or des orpailleurs, est lui-même calqué sur le modèle déjà développé au Soudan. Ce qui pourrait laisser à penser qu'il serait aussi adapté au bassin versant de la Falémé.

Le paragraphe suivant décrit la situation d'aujourd'hui à CHAMI, mais il est probable que mêmes les causes créant les mêmes effets, elle se retrouvera dans la Falémé.

La création de la nouvelle ville a attiré une population cosmopolite de mineurs et d'acteurs liés à l'industrie de l'or. Elle est devenue la base arrière des sites d'extraction, fournissant les services nécessaires, et son centre minéralurgique (« Station Chimique ») a amélioré le traitement du minerai grâce à l'approvisionnement en eau et en électricité. L'activité d'orpaillage a généré des emplois indirects, notamment pour les équipes de mineurs et les travailleurs journaliers. La population a rapidement augmenté, créant une ville minière atypique, principalement masculine, jeune, et cosmopolite. La dynamique urbaine a connu deux phases : une expansion initiale désordonnée, puis une organisation planifiée autour du centre minéralurgique (inauguré en 2018) pour le traitement du minerai aurifère des artisans miniers.

Il faut être conscient que la construction du centre minéralurgique (« Station Chimique ») peut aussi engendrer des menaces sur l'environnement, car le traitement du minerai aurifère repose sur l'utilisation du mercure et du cyanure. Des mesures de précaution devront alors être rigoureusement appliquées dans l'utilisation de ces produits pour éviter leurs effets néfastes. Il faudra être vigilant sur les conditions de stockage des minerais, des déchets après traitement, de brûlage des amalgames, etc.

2.3.3.5 Plan de masse du centre minéralurgique

La disposition et l'emplacement du centre (équivalent à la « Station Chimique ») sont essentiels pour assurer sa pérennité et sa bonne gestion. Il doit être ni trop loin du centre-ville, soit à environ 2 km et ni trop près, soit à plus de 1 km des premières habitations périphériques. Ses dimensions ne doivent pas non plus être trop imposantes pour ne pas concentrer trop d'activités au même emplacement (ce qui rend sa gestion plus compliquée).

Une route goudronnée relie ces endroits et passe juste devant son périmètre (Figure 14141).

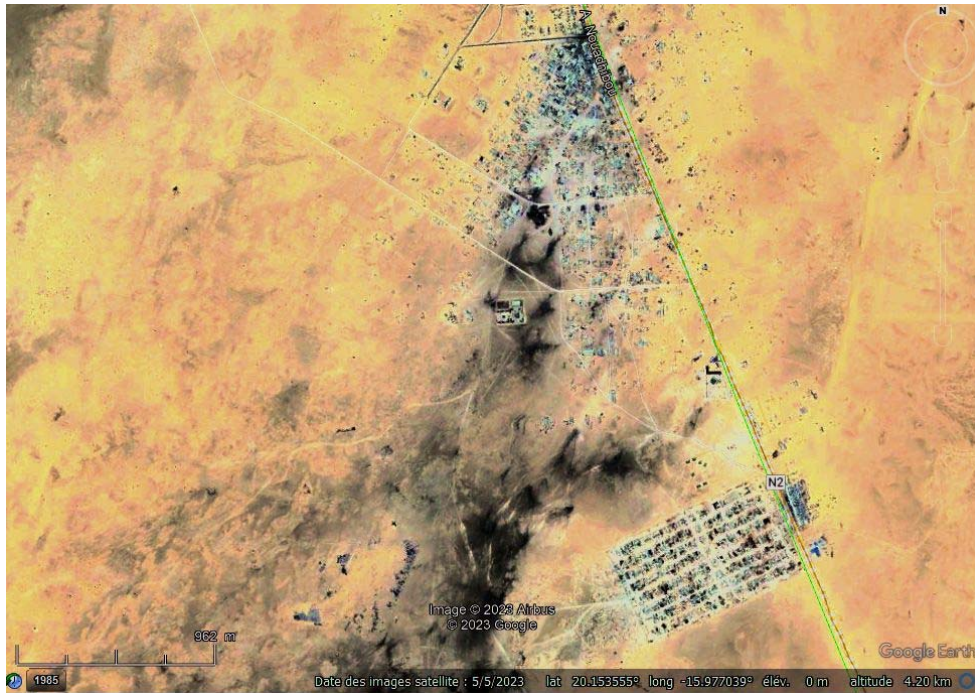


Figure 14141 : Situation du site minéralurgique par rapport à la ville de Chami.

Voici, à CHAMI, le plan de masse du centre de traitement du minerai aurifère apporté par les orpailleurs / EMAPE.

Le Grillage, espace de transformation de l'or artisanal organisé par l'État

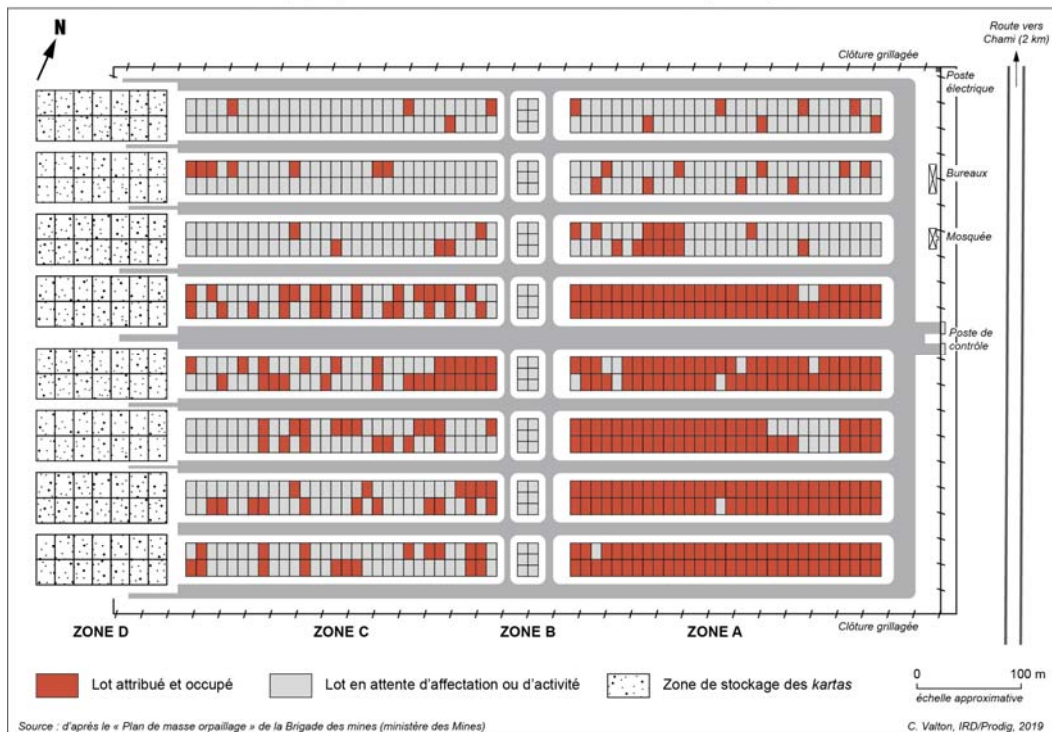


Figure 14142: Plan de masse du site de traitement du minerai aurifère des artisans miniers (orpailleurs).

Le centre minéralurgique occupe une superficie de 42 hectares (soit un rectangle de 840m x 500m). Il a été mis à disposition des orpailleurs / EMAPE et aménagé par le ministère en charge des Mines (Figure 14142).

2.3.3.6 Organisation et gestion du centre.

Le centre minéralurgique est un espace loti, viabilisé et équipé par l'Etat dans son effort pour organiser l'orpaillage national. Ce périmètre est entouré d'un solide grillage avec une seule entrée - sortie, munie d'une barrière gardée jour et nuit pour garantir la sécurité des biens et des personnes. Il est capable d'accueillir plus de 4000 travailleurs qui dorment souvent sur place, dans des cabanes attenantes aux aires de transformation du minerai. Ceux qui en ont les moyens louent des petits logements en ville.

À l'autre bout de la filière de traitement, on trouve des boutiques d'achat d'or, mais aussi des acheteurs intermédiaires assis dans des voitures ou des caravanes garées au bord de la route : ils travaillent pour les grands commerçants et/ou exportateurs d'or de la capitale.

Au-delà des impératifs environnementaux, sanitaires et de contrôle, les besoins en eau, en électricité et services divers justifient de concentrer les activités de transformation.

Au côté de la création de comptoirs officiels d'achat d'or, le ministère des Mines a envisagé la distribution de cartes d'identification des acteurs, différenciées selon leur activité. Les services du ministère des Mines présents dans l'enceinte du site assure la taxation annuelle, à hauteur de 480 euros par petite machine de concassage et 1900 pour les grandes (« moulins chinois » ou broyeur à cuve à axe vertical avec double rouleaux travaillant sous voie humide : Figure 141), 240 euros par unité de traitement chimique au cyanure et 240 euros par appareil détecteur de métaux, 12 euros pour la carte d'orpailleur ; outre le fait que les orpailleurs doivent déjà être en possession d'un droit d'extraction individuel au sein des couloirs d'orpaillage, parallèlement à la poursuite de l'attribution de licences d'exploration et d'exploitation industrielles.



Figure 14143: "Moulins chinois"

Le périmètre du centre minéralurgique est découpé en quatre grands secteurs, eux-mêmes subdivisés en blocs rectangulaires (lots de 10 sur 15 m environ). Le site compte environ 900 lots répartis entre les zones A et C (Figure 14142Figure 141) avec près d'un millier de broyeurs installés, de différentes tailles et de différents types – les grandes machines les plus représentées étant des broyeurs à cuve permettant en même temps le broyage fin et l'amalgamation au mercure (ce qui est une méthode à risque pour l'environnement).

La zone D a été réservée pour le stockage des résidus issus du traitement du minerai (tailings).

Dans la zone B, on a prévu les bureaux pour l'administration, certaines activités comme la soudure ou la réparation de matériel, ou encore le commerce de pièces détachées. Souvent, ceux qui possèdent des machines sont ou ont été propriétaires de puits d'extraction en brousse, ils transforment le minerai qu'on leur apporte, quelle qu'en soit l'origine pour rentabiliser leur investissement.

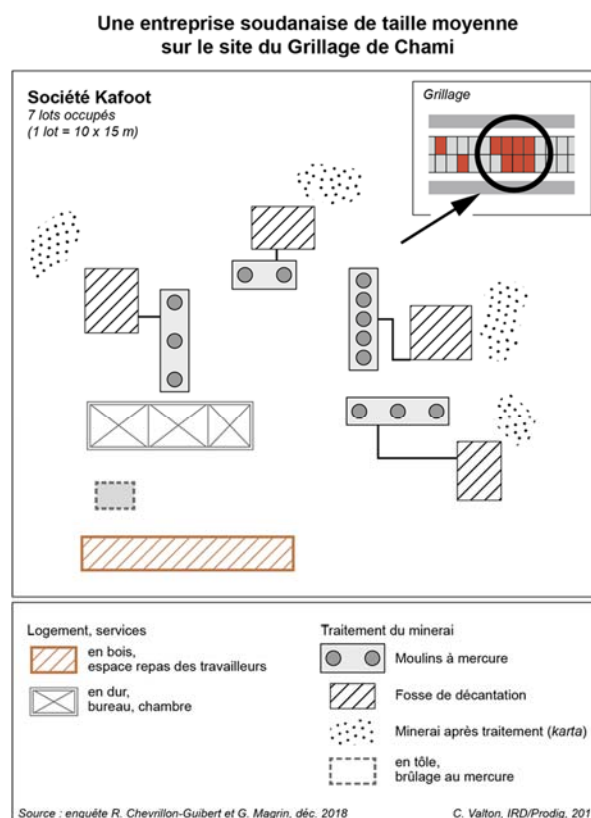


Figure 14144: Exemple de plan de masse d'une unité de traitement

Les opérateurs sont attributaires d'un ou plusieurs lots selon leur importance ; à titre d'exemple, une petite société de type EMAPE peut posséder plus d'une dizaine de broyeurs à cuve à mercure, 2 bâtiments bas en planches et toit de tôle, dont l'un est occupé par un bureau et une chambre pour le patron, l'autre par un espace de restauration avec frigidaire et aire de repos pour les travailleurs (Figure 14144). Ces conditions de vie sont spartiates, mais suffisantes pour que le patron surveille sa production.

Les principales interdictions à l'intérieur du centre minéralurgique concernent le commerce, en particulier de produits alimentaires et de l'alcool (ou autre excitant) et les activités politiques.

2.3.3.7 Économie du centre de traitement de CHAMI

Le cas de CHAMI apporte une solution intéressante pour installer et mettre en œuvre, à moindre coût pour l'État, les « Stations chimiques » (SC) le long des rives de la Falémé. Cette solution est la création d'un partenariat « public – privé » à travers une « joint-venture » qui définit les règles du jeu.

Ainsi en Mauritanie, l'aménagement du centre de traitement de CHAMI a été confié par l'État à un investisseur privé (une société turque) dans le cadre d'une convention de partenariat public - privé qui prévoit également qu'il gère les lieux (gardiennage et assainissement) et que sa rétribution s'opère via un permis de petite exploitation minière et surtout via le monopole pour l'achat et le traitement des tailings (résidus de minerai broyé, souvent avec du mercure) rejetés par les orpailleurs / EMAPE, à hauteur de 35 euros (prix 2018) par chargement d'une remorque de camion. Avant la création du centre minéralurgique et l'instauration de ce monopole, le prix du marché pour les tailings était 20 fois supérieur.

L'activité de retraitement de ces résidus s'avère très lucrative puisque les techniques de transformation du minerai accessibles aux opérateurs artisanaux, à base de mercure, ne permettraient de récupérer qu'environ 40 % de l'or contenu. L'investisseur a construit, à 14 km de là, une usine moderne de retraitement par cyanuration des tailings. En attendant sa construction, cette société a stocké les résidus achetés aux orpailleurs dans un vaste terrain proche du centre minéralurgique.

L'obtention du marché des résidus se révèle être un enjeu économique majeur pour les opérateurs capables de financer ce type d'usine, mais aussi un objet de tension sociale entre les acteurs de l'orpaillage. En effet, peu après le démarrage du projet d'usine, à la suite de protestations locales, le ministère des Mines a ordonné sa suspension sine die. Ainsi, l'économie politique d'un secteur où les opérateurs étrangers sont tenus d'être en partenariat avec des acteurs nationaux, et où ceux-ci sont plus ou moins bien positionnés dans les jeux de pouvoir, détermine les arbitrages à venir en cas de conflits sociaux.

La décision du gouvernement d'établir un point de sédentarisation dynamique autour des « Stations chimiques » peut être déterminant dans son essor, renforçant la légitimité de l'État. En permettant et en organisant la ruée vers l'or à travers la centralisation du traitement du minerai, l'État a fourni des revenus à de nombreux acteurs, en particulier les nationaux, tout en insufflant une vie économique à sa nouvelle ville et en générant une nouvelle source de revenus grâce au contrôle d'une activité (l'orpaillage) souvent difficile à réguler. Cependant, la vulnérabilité de cette ville est grande du fait de ses origines principalement basées sur la rente et le clientélisme de l'État. Cette dynamique pourrait mettre en péril les équilibres actuels entre l'activité industrielle (les grandes mines) et artisanale (orpaillage et EMAPE), ainsi qu'entre les différents acteurs traditionnels locaux.

En outre, l'impact environnemental de cette activité minière établit une contradiction flagrante par rapport à la régulation étatique. L'économie de la ville repose sur une base aurifère fragile et incertaine, d'autant plus qu'elle entre en conflit avec les

activités traditionnelles et la préservation de l'environnement, qui sont également des richesses importantes de cette région. Néanmoins, il est envisageable que le secteur touristique connaisse une dynamique positive dans cette région caractérisée par son activité aurifère. L'attrait historique et mythique associé à la recherche d'or pourrait constituer un facteur d'intérêt significatif pour les touristes, notamment si des conditions d'observation et d'expérience touristique optimales sont mises en place. Ainsi aux USA, par exemple dans le Colorado (ville de Golden), les anciens sites des ruées vers l'or attirent beaucoup de monde ; ils ont développé une industrie touristique autour de ce sujet : création de musée de l'orpaillage, stage d'orpaillage où chacun pourrait conserver dans une minuscule fiole les quelques paillettes qu'il aurait lui-même batayé... et puis il y aura un jour la construction du barrage de Gorbassi qui, outre ses fonctions primaires, offrira aux visiteurs l'opportunité d'apprécier les activités récréatives et les expériences typiquement associées à ce type de plan d'eau.

Finalement, la stratégie de développement urbain à proximité des « Stations chimiques » sera déterminée par les orientations politiques, articulant un équilibre entre les impératifs de gouvernance, les dynamiques économiques et les considérations environnementales, notamment dans le cadre de l'exploitation minière accrue dans la région de la Falémé. Il sera donc essentiel d'assurer une surveillance rigoureuse des répercussions de ces activités extractives sur les populations locales et l'environnement, ce dernier point est d'ailleurs aussi une des fonctions inhérentes au mandat et aux responsabilités assignées aux Stations chimiques.

Plan d'actions pour la mise en place d'un centre minéralurgique (« SC » type CHAMI) du point de vue de l'État.

Tableau 95 : Plan d'actions pour la mise en place d'un centre minéralurgique (« SC » type CHAMI) du point de vue de l'État

(Ce tableau est divisé en 2 parties qui sont à la suite l'une de l'autre : l'une concerne l'État et l'autre l'investisseur privé.)

Plan d'actions pour la mise en place d'un centre minéralurgique (« SC » type CHAMI) du point de vue de l'État									
Objectifs et stratégies	Actions	Conditions	Priorité	Responsables *	Calendrier	Sources de financement	Coûts (euros)	Résultats attendus	Indicateurs pour suivi et évaluation
Définition des Critères de Sélection et Lancement de l'Appel d'Offres	Établir et adapter les critères de sélection; Lancer la procédure d'AO conforme aux marchés publics. Signer le contrat avec le candidat retenu.	Les critères sont à adapter en fonction de la vision politique de l'Etat et la stratégie de développement local pour satisfaire aux communautés locales.	Forte	Ministère des Mines / Ministères : Mines, Eau, Environnement	Court terme	Budget de l'État	À déterminer	Sélection d'un investisseur qualifié	Nombre de candidatures reçues. Critères de sélection remplis
Validation et Approbations Réglementaires	Assurer l'obtention de toutes les approbations réglementaires pour la construction et l'exploitation du centre de traitement des minerais des orpailleurs / EMAPE. Délivrer un permis minier au candidat investisseur retenu.	A faire avant l'arrivée de l'investisseur.	Forte	Ministère des Mines / Autorités Réglementaires Eau, Environnement.	Court terme	Budget de l'État	À déterminer	Autorisations complètes pour l'opération	Nombre d'approbations réglementaires obtenues

Consultation Publique et Engagement Communautaire	Organiser des dialogues sociaux et consultations; Expliquer les modalités d'acquisition de terrains; Créer des groupements d'intérêt d'orpailleurs; Établir la charte des orpailleurs.	Préalablement, faire une publicité suffisamment large. L'État peut s'en charger lui-même ou sous-traiter la partie "communication" en résidentiel ou itinérantes - "caravanes". S'assurer que le projet répond aux attentes et aux besoins de la population et des orpailleurs / EMAPE. Les groupements d'intérêt (GI) d'orpailleurs relèvent du Ministère des Mines dont la responsabilité est d'organiser et réglementer les activités d'extraction artisanale, pour assurer la conformité aux pratiques durables et intégrer les orpailleurs dans l'économie formelle. Il peut y avoir plusieurs groupements, mais qu'une seule charte. La charte sera annexée à la convention minière; elle doit donc être prête avant elle.	Forte	Ministère des Mines ou Agences de Communication	Court à moyen terme	Budget de l'État / Sous-traitance	À déterminer	Publicité dans plusieurs média faite. Acceptation et soutien du projet par la communauté, les ONG, les orpailleurs / EMAPE. Statuts des GI créés. Charte des orpailleurs rédigée.	Nombre de média contactés. Nombre de consultations tenues. Niveau d'engagement communautaire. Nombre de GI créés. Charte signée par les GI.
Accès au Foncier	Mettre à disposition un terrain viabilisé avec les infrastructures nécessaires.	Les dimensions du terrain sont d'environ 800 x 500 mètres (comme à CHAMI), avec un accès routier, une enceinte sécurisée par un grillage et des barbelés, et les raccordements nécessaires à l'eau et à l'électricité.	Forte	Ministère des Mines (comme à CHAMI) / Ministère de l'Aménagement du Territoire	Court terme	Budget de l'État	À déterminer	Terrain prêt pour le développement	Disponibilité du terrain viabilisé

Mise en Place de Mécanismes de Surveillance et de Contrôle	Développer des systèmes de suivi environnemental et social; Assurer le respect de la charte des orpailleurs.	Des inspections régulières et des audits contrôlent l'application des pratiques stipulées dans la charte. Des canaux de communication permettent aux orpailleurs de rapporter les problèmes. Réviser et mettre à jour la charte si nécessaire.	Forte	Ministère des Mines / Ministère de l'Environnement / ONG / Laboratoires agréés	Moyen terme	Budget de l'État / Partenariats	À déterminer	Conformité environnementale et sociale du centre. Les orpailleurs ont les ressources nécessaires, telles que des équipements respectueux de l'environnement ou des formations techniques, pour se conformer à la charte.	Nombre d'inspections / contrôles. Rapports de suivi environnemental. Respect de la charte
--	---	--	-------	--	-------------	------------------------------------	--------------	--	---

Plan d'actions pour la mise en place d'un centre minéralurgique (« SC » type CHAMI) du point de vue de l'investisseur privé.

Objectifs et stratégies	Actions	Conditions	Priorité	Responsables	Calendrier	Sources de financement	Coûts (euros)	Résultats attendus	Indicateurs pour suivi et évaluation
Finalisation de l'accord avec l'État.	Finaliser les conditions contractuelles détaillant les obligations et les attentes de chaque partie. Signer la convention minière en respectant la charte des orpailleurs.	La finalisation vient après la sélection de l'investisseur, via l'appel d'offres et avant le début de la planification et la viabilisation du site prévu pour l'installation du centre minéralurgique. Savoir qui prend en charge les infrastructures du centre, telles que hangars, bureaux, cabanes ou baraquements devant servir de lieux de vie aux orpailleurs. La charte des orpailleurs doit être annexée à la convention minière.	Forte	Investisseur privé / Département juridique du Ministère des Mines	Court terme	Investisseur privé / Ministère des Mines	À déterminer	Accord et convention minière en place respectant les normes et attentes.	Accord signé et conforme aux critères établis.
Planification et conception du centre minéralurgique	Développer un plan de construction durable. Etablir un	Le plan peut être celui de CHAMI qui a déjà fait ses preuves. Toutefois, il est encore perfectible.	Forte	Équipe de planification de l'investisseur privé	Court à moyen terme	Investisseur privé	À déterminer	Plan de construction durable approuvé. Règlement interne établi.	Plan approuvé et conforme à la charte.

	règlement interne basé sur la charte.								
Mobilisation des ressources et financement	Sécuriser le financement nécessaire pour la construction et l'opération du centre.	L'investisseur aura apporté des garanties dans sa réponse à l'appel d'offres.	Forte	Département financier de l'investisseur privé	Court terme	Investisseur privé / Prêts bancaires	À déterminer	Financement assuré pour la réalisation du centre.	Fonds levés pour le projet.
Construction du centre	Gérer la construction du centre conformément aux plans et aux normes environnementales.	L'Administration vérifiera la bonne conformité par rapport au plan.	Forte	Investisseur privé / Entreprises de construction	Moyen terme	Investisseur privé / Prêts bancaires	À déterminer	Centre construit conformément aux exigences.	Respect des délais et des normes de construction.
Mise en place des opérations et formation du personnel	Installer les équipements, recruter et former le personnel, démarrer les opérations préliminaires.	Les équipements peuvent être achetés via un appel d'offres de l'Etat ou directement via l'investisseur privé ou encore, ce sont les GI des orpailleurs qui les achètent pour leurs adhérents. Les formateurs peuvent être ceux du fournisseur ou bien les équipes de l'investisseur.	Forte	Investisseur privé / formateurs	Moyen terme	Investisseur privé	À déterminer	Equipements achetés. Personnel formé à leur usage. Opérations démarrées avec personnel qualifié.	Equipements en fonction. Personnel recruté et formé.
Phase de test et ajustement	Conduire des tests pour valider le fonctionnement des installations.	L'Administration assistera aux tests.	Forte	Investisseur privé / Équipe technique des Ministères (Mines, Environnement, Eau)	Moyen à long terme	Investisseur privé / Ministères (Mines, Environnement, Eau)	À déterminer	Fonctionnement optimal du centre confirmé.	Succès des tests de fonctionnement.

<p>Audit et certification</p>	<p>Obtenir les certifications nécessaires et gérer l'usage du mercure de manière responsable.</p>	<p>Avoir des certifications par des organismes indépendants. L'usage du mercure risque d'être discriminant car il est mal perçu, pour ne pas dire interdit, dans l'industrie minière. Toutefois, vu l'urgence de la situation dans la Falémé, il faut être pragmatique. Il y a 2 solutions : soit l'usage du mercure est interdit, soit il reste toléré à moyen terme (2 ou 3 ans). L'interdire immédiatement totalement relève de la gageure, donc il vaut mieux en conserver l'usage responsable pendant encore quelque temps, avant de le remplacer par d'autres procédés d'extraction sans mercure pour les orpailleurs / EMAPE (il en existe plusieurs, comme le procédé iGoli de la société MINTEK en Afrique du Sud).</p>	<p>Forte</p>	<p>Organismes de certification / Investisseur privé</p>	<p>Moyen à long terme</p>	<p>Investisseur privé / Organismes de certification</p>	<p>À déterminer</p>	<p>Certifications obtenues et gestion responsable du mercure établie.</p>	<p>Certifications reçues et rapports sur l'utilisation du mercure.</p>
-------------------------------	---	--	--------------	---	---------------------------	---	---------------------	---	--

2.3.4 Plan d'action issu des recommandations des parties prenantes durant l'atelier de validation

Suite à l'atelier de validation du Rapport final provisoire (Livrable R2), un certain nombre de recommandations a été exprimé par les parties prenantes représentant les quatre pays membres de l'OMVS, le Haut Commissariat de l'OMVS, la société civile et les représentants des opérateurs dans le bassin de la Falémé (Cf. Tableau 97). Parmi ces recommandations, des actions ont été identifiées afin de compléter le plan d'action proposé par le Consultant aux chapitres 3 et 4 du présent document. Ces actions sont présentées sous forme de plan d'action dans le tableau suivant.

Tableau 96 : Plan d'action issu des recommandations des parties prenantes durant l'atelier de validation

OBJECTIFS ET STRATEGIES POUR L'ANALYSE INSTITUTIONNELLE	ACTIONS (ID 66-67-75*)	PRIORITE	RESPONSABLES	CALENDRIER	SOURCES DE FINANCEMENT	COUTS (EUR)	RESULTATS ATTENDUS	INDICATEURS POUR SUIVI ET EVALUATION
Mettre en place une autorité de supervision générale pour le projet de réhabilitation	Nommer le DEDD (OMVS) comme autorité responsable. Établir des protocoles de coordination. Mobiliser les parties prenantes.	Forte	OMVS, Gouvernements locaux, Ministères concernés : Mines, Eaux, Environnement	Moyen terme	Fonds propres, Financements extérieurs	À déterminer après études préliminaires	Une gestion coordonnée et efficace du projet de réhabilitation	Nombre de réunions de coordination tenues. Protocoles établis. Rapports d'avancement.
Évaluer la viabilité et l'efficacité des activités de réhabilitation	Conduire une étude de faisabilité approfondie Analyser le coût et la faisabilité technique Évaluer l'adéquation avec les priorités locales	Forte	Équipes de projet de réhabilitation. Consultants externes.	Moyen terme	Financements extérieurs (subventions, prêts) Fonds propres	À déterminer après l'étude de faisabilité	Un rapport de faisabilité détaillant la viabilité et l'efficacité des mesures de réhabilitation.	Rapport de faisabilité complété Liste des sites prioritaires pour la réhabilitation Estimations des coûts par site
Déterminer la pertinence de l'allocation des ressources financières	Identifier les sources de financement, Évaluer les impacts économiques et environnementaux, Consulter les parties prenantes	Forte	Comité de gestion financière. Équipes de projet de réhabilitation.	Moyen terme	Fonds propres Partenariats public-privé	À déterminer après l'évaluation financière	Un plan financier pour la réhabilitation, avec des sources de financement identifiées et sécurisées.	Plan financier approuvé Engagement des financeurs Accord sur le financement

Créer des zones dédiées à la préservation de la biodiversité dans la région impactée par l'orpaillage	Identifier et délimiter les zones de préservation. Rédiger un plan de gestion comprenant : i) l'élaboration des règlements pour la gestion et la protection de ces zones ; ii) la stratégie de sensibilisation des communautés locales à l'importance de la biodiversité; iii) la mise en œuvre des programmes de surveillance et de restauration écologique. Ce plan de gestion servira à estimer les coûts.	Forte	Ministères de l'Environnement. Agences de protection de la nature. Organisations communautaires.	Long terme	Fonds gouvernementaux Subventions internationales Contributions des ONG	À déterminer après l'élaboration des plans de gestion	Établissement de zones de préservation fonctionnelles, avec biodiversité améliorée.	Nombre de zones de préservation créées. Degré de biodiversité avant et après la mise en œuvre. Taux de participation des communautés locales.
OBJECTIFS ET STRATEGIES SUR LA PREVENTION DES IMPACTS DE L'ORPAILLAGE	ACTIONS (ID 68-69-70-83*)	PRIORITE	RESPONSABLES	CALENDRIER	SOURCES DE FINANCEMENT	COUTS (EUR)	RESULTATS ATTENDUS	INDICATEURS DE SUIVI ET ÉVALUATION
Élaborer un plan de communication sur les impacts liés à l'orpaillage.	Création et diffusion de matériel éducatif multimédia.	Haute	Min. Environnement. Min. Mines. Min Eau. ONG	Court terme	Subventions gouvernementales, dons privés	40 000	Augmentation de la conscience publique des impacts de l'orpaillage.	Enquêtes de perception, analyse des médias.
Faire passer des communiqués à travers les radios communautaires.	Production de spots radio en langues locales.	Moyenne	Radios communautaires. Groupes de défense locaux	Court terme	Financement participatif. Sponsors locaux	10 000	Informer les communautés locales des risques de l'orpaillage.	Nombre d'écoutes, feedback des auditeurs.
Organiser une caravane nationale avec comme cible l'orpaillage dans la Falémé.	Caravane de sensibilisation avec des ateliers interactifs.	Haute	Coalitions d'ONG. Autorités locales	Court à moyen terme	Partenariats ONG-internationaux, entreprises locales	75 000	Engagement communautaire dans les zones d'orpaillage.	Participation communautaire, pré et post évaluations des attitudes.
Promouvoir l'utilisation des EPI (équipements de	Distribution d'EPI et formation à l'utilisation.	Urgente	Services de santé au travail. GI des orpailleurs.	Court terme	Fonds de l'industrie, subventions de la Santé	30 000	Réduction des incidents et accidents sur les sites d'orpaillage.	Statistiques d'accidents, taux d'utilisation des EPI.

protection individuelles).								
Renforcer l'utilisation des barres en remplacement du bois dans le soutènement.	Formation technique et fourniture de matériaux.	Urgente	Ministère des Mines Partenaires techniques (Consultants)	Court à moyen terme	Investissements de l'industrie, aides au développement	50 000	Amélioration de la sécurité des mines.	Rapports d'inspection, nombre de sites améliorés.
OBJECTIFS ET STRATEGIES POUR LA REPRESSION.	ACTIONS (ID 74-77-78-79*)	PRIORITE	RESPONSABLES	CALENDRIER	SOURCES DE FINANCEMENT	COUTS (EUR)	RESULTATS ATTENDUS	INDICATEURS DE SUIVI ET ÉVALUATION
Interdire les activités d'orpaillage nuisibles, notamment celles utilisant du mercure et/ou du cyanure.	Chercher les voies et moyens pour appliquer fermement les instruments juridiques interdisant les pires pratiques dans l'orpaillage, au Sénégal et au Mali.	Forte	Gouvernement. Autorités locales.	Court terme	Fonds propres. Financements extérieurs	À déterminer	Réduction, voire disparition, des activités d'orpaillage nuisibles	Nombre de pratiques interdites mises en œuvre.
Sensibiliser et éduquer les populations locales	Organiser des campagnes de sensibilisation et des activités culturelles sur les dangers de l'orpaillage illégal	Moyenne	ONG. Autorités locales.	Moyen terme	Fonds propres Subventions	À déterminer	Augmentation de la conscience publique	Nombre de personnes atteintes par les campagnes
Renforcer l'intervention des forces armées	Impliquer les forces de défense et de sécurité dans la lutte contre la pollution et le trafic illégal. Dresser des procès-verbaux.	Forte	Forces armées. Douanes. Autorités locales.	Court terme	Budget de l'État. Aide internationale	À déterminer	Réduction de la pollution. Réduction du trafic illégal. Destruction ou confiscation du matériel.	Taux de réduction de la pollution en %. Nombre d'opérations réussies
Mettre en place des mesures drastiques contre le dragage dans la Falémé.	Interdire l'extraction par dragage et l'usage du mercure dans le minerai tout venant. Création de brigades mixtes autorisées à intervenir sur les deux rives de la Falémé.	Forte	Gouvernement. OMVS. Forces armées. Douanes.	Court terme	Fonds propres. Financements extérieurs	À déterminer	Disparition totale de l'extraction des graviers aurifères avec des dragues, surtout celles de tailles industrielles, dans le lit vif et sur les berges de la Falémé.	Réduction mesurable du dragage. Réduction mesurable de l'utilisation du mercure.

OBJECTIFS ET STRATEGIES DE CAMPAGNES DE SENSIBILISATION.	ACTIONS (ID 83*)	PRIORITE	RESPONSABLES	CALENDRIER	SOURCES DE FINANCEMENT	COUTS (EUR)	RESULTATS ATTENDUS	INDICATEURS POUR SUIVI ET EVALUATION
							Brigades mixtes créées.	
Renforcement des campagnes de sensibilisation auprès des populations impactées et des décideurs à haut niveau.	Développer et diffuser des campagnes ciblées. Organiser un sommet des Chefs d'Etat sur la pollution de la Falémé.	Forte	États, OMVS, ONG	Moyen terme	Fonds propres Financements extérieurs	100 000	Augmentation de la sensibilisation et compréhension des enjeux. déclaration commune des Chefs d'Etats avec des engagements et des résolutions.	Nombre de campagnes réalisées Taux d'engagement
Organisation d'une caravane de sensibilisation itinérante	Planifier et exécuter une caravane nationale dans les régions peu accessibles	Forte	Services d'État, OMVS / DEDD, ONG	Court à moyen terme	Fonds propres Financements extérieurs	120 000	Éducation et sensibilisation des communautés locales	Nombre de communautés atteintes Retours des participants
Mise en place de rencontres thématiques sur l'orpaillage	Organiser des ateliers et conférences sur les impacts de l'orpaillage	Moyenne	Experts, chercheurs, ONG, Min. Mines, Min. Environnement, Min. Eau, OMVS / DEDD	Court terme	Fonds propres	50 000	Partage de connaissances spécialisées et sensibilisation	Participation aux ateliers Retours des participants
Diffusion de communiqués via les radios communautaires	Produire et diffuser des communiqués informatifs	Moyenne	Radios communautaires	Court terme	Fonds propres	30 000	Sensibilisation et information continue de la population	Portée des communiqués Retours du public

OBJECTIFS ET STRATEGIES POUR LES UNITES MOBILES D'ANALYSES	ACTIONS (ID 90*)	PRIORITE	RESPONSABLES	CALENDRIER	SOURCES DE FINANCEMENT	COUTS (€)	RESULTATS ATTENDUS	INDICATEURS POUR SUIVI ET EVALUATION
Analyse de marché	Identifier les principaux acteurs du marché et leurs produits.	Haute	Équipe de marché : OMVS / DEDD	Court terme	Budget interne, fonds de recherche	5 000 à 10 000	Compréhension approfondie du marché	Nombre d'acteurs identifiés, diversité des produits
	Déterminer si les unités mobiles peuvent répondre efficacement à l'analyse multiélémentaires, notamment de Hg, CN, hydrocarbures totaux, et la mesure des paramètres physico-chimiques.	Moyenne	Équipe technique : DEDD, Min. Eau, Min. Environnement, Min. Mines, LNE	Court terme	Subventions, partenariats	15 000 à 25 000	Evaluation précise des capacités techniques	Rapport d'analyse technique
	Vérifier que les unités respectent les normes.	Haute	Responsable de la conformité : idem supra	Moyen terme	Budget interne	3 000 à 5 000	Assurance de la conformité réglementaire	Liste des normes respectées
Analyse technologique	Étudier les différentes technologies disponibles pour les unités mobiles d'analyse.	Haute	Équipe de R&D : DEDD, Min. Eau, Min. Environnement	Court terme	Fonds de développement technologique	20 000 à 30 000	Sélection de la meilleure technologie	Comparaison des performances technologiques
	Comparer leurs efficacités, coûts, et facilités d'utilisation.	Haute	Équipe de R&D : DEDD, Min. Eau, Min. Environnement	Court terme	Budget interne	10 000 à 20 000	Identification de la technologie la plus rentable	Analyse coût-bénéfice
Planification financière	Calculer les dépenses liées à l'acquisition des unités, ainsi que les coûts d'entretien, de personnel, et autres frais associés	Haute	Directeur financier : OMVS	Moyen terme	Investisseurs, emprunts	100 000 à 200 000	Plan financier détaillé et viable	Budget détaillé, prévisions financières
	Prendre en compte les aspects logistiques, comme le transport et l'installation des unités, et la formation à leur usage.	Moyenne	Responsable logistique : OMVS / DEDD, Min. Eau, Min. Environnement	Moyen terme	Partenariats, subventions	30 000 à 50 000	Gestion logistique efficace	Rapport logistique

Plan opérationnel	Détaillez comment les unités seront déployées, gérées, et entretenues.	Haute	Chef de projet : DEDD	Moyen terme	Budget de fonctionnement	50 000 à 70 000	Déploiement et gestion efficaces des unités	Plan opérationnel complet
	Inclure des protocoles pour la collecte et l'analyse des données.	Haute	Responsable des données : Min. Eau, Min. Environnement, LNE	Moyen terme	Budget de fonctionnement	10 000 à 15 000	Collecte et analyse des données fiables	Protocoles de données, rapports d'analyse
	Considérer les avantages environnementaux à long terme.	Moyenne	Responsable environnemental : Min. Eau, Min. Environnement	Long terme	Subventions environnementales	5 000 à 10 000	Impact environnemental positif	Rapport sur l'impact environnemental
Rapport de faisabilité	Compiler toutes les informations et analyses obtenues dans un rapport de faisabilité.	Haute	Chef de projet : DEDD	Long terme	Budget interne	20 000 à 30 000	Rapport de faisabilité complet	Rapport de faisabilité détaillé
	Présenter ce rapport aux parties prenantes pour prendre une décision éclairée pour cet investissement (il peut servir de base aux TDR pour l'achat du matériel et pour trouver des fonds)	Haute	OMVS	Long terme	-	-	Décision éclairée des investisseurs	Réactions et engagements des parties prenantes

* : Les actions sont associées aux remarques et recommandations issue de l'atelier régional de validation données dans le tableau n° XX. ID XX renvoie vers l'identifiant de la remarque/observation/recommandation.

3 REPONSES AUX OBSERVATIONS ET COMMENTAIRES ISSUS DE L'ATELIER REGIONAL DE VALIDATION

Le tableau suivant est tiré du compte rendu de l'atelier de validation où ont été retranscrits les différents commentaires, observations, remarques et recommandations des participants. Le tableau suivant vise à apporter des réponses aux différents points en plus des modifications apportées directement dans le texte ci-dessus ainsi que le développement supplémentaire des quatre chapitres de ce rapport. Il est à noter que les recommandations supplémentaires ont été traitées dans le tableau précédant (Tableau 96) sous forme de plan d'action.

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
QUESTIONS, OBSERVATIONS ET COMMENTAIRES DU JOUR 1				
PARTIE JURIDIQUE				
2	Réviser les fiches de synthèse en annexe	NON	Les Experts confirment que les sites ne sont séparés que par la rivière Falémé. Il est donc normal que nous trouvions de part et d'autre les mêmes caractéristiques de paysage dans les fiches.	N/A
3	Elaborer une synthèse du document	OUI	Déjà prévu dans les TDR du Consultant.	N/A
4	Prendre en compte la Guinée et la Mauritanie dans l'étude	NON	Bien que l'OMVS regroupe les 4 pays riverains du fleuve Sénégal (Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal), les TDR du présent projet sont limités à la partie transfrontalière de la Falémé entre le Sénégal et le Mali. On peut toutefois recommander à l'OMVS de poursuivre ce genre d'étude aux autres affluents du fleuve Sénégal et au fleuve Sénégal lui-même, là où il existe des activités minières de type industriel, de type artisanal ou EMAPE.	N/A
5	Prendre en compte le Ministère de l'Environnement du Mali dans le cadre institutionnel	OUI	Le Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable a été ajouté conformément au décret no 2021-04-74/PT-RM du 26 juillet 2021 fixant les attributions spécifiques des membres du Gouvernement.	R2, p.196, § 5.4.1.1 T1, chap.6, p.227, § 2.6.1.2.3.2 et p.240, § 6.2.1.3 et p.247, § 6.2.1.7
6	Prendre en compte la Chambre des mines du Sénégal	OUI	La Chambre des Mines du Sénégal a été créée le 5 juin 2013. Nous avons cette institution au 5.4.1.2 du R2	R2, p.201, § 5.4.1.2
7	Prendre en compte l'Evaluation Environnementale et Sociale Stratégique du secteur des mines au Mali	NON	Au moment de la rédaction de l'état des lieux de la bibliographie sur la Falémé, l'accès à ce rapport était encore confidentiel.	à vérifier : T1, p.220, § 6.1.6
8	Prendre en considération les dispositions du code de l'eau du Mali	NON	La Loi n° 02-006 du 31 janvier 2002 portant Code de l'eau du Mali a été prise en compte (R2, chap.1, p.208, § 6.2.1).	R2, chap.1, p.208, § 6.2.1
9	Intégrer le cadre réglementaire relatif à l'utilisation du cyanure et du mercure	NON	Cette question est traitée dans le rapport R2 dans le Plan de Gestion des déchets dangereux du Mali et dans la Convention de Minamata (R2, chap.1, p.148, § 5.1.1.12 ; R2, chap.1, p.177, § 5.2.2.2).	R2, chap.1, p.148, § 5.1.1.12 R2, chap.1, p.177, § 5.2.2.2
10	Prendre en compte les textes de la CEDEAO sur les exploitations artisanales	NON	Les textes CEDEAO suivants, qui traitent des exploitations artisanales, ont été pris en compte : - Directive C/DIR 3/05/09 de la CEDEAO en date du 27 mai 2009 portant sur l'harmonisation des principes directeurs et des politiques dans le secteur minier ; - Acte Additionnel N° 01/2000 portant adoption de la politique minière commune de l'UEMOA ; - Règlement n°18/2003/CM/UEMOA du 23 décembre 2003 portant Code minier communautaire.	R2, chap.1, p.153, § 5.1.3.3 R2, chap.1, p.166, § 5.2.2

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
11	Prendre en compte le nouveau Code minier du Mali	NON	La prise en compte de la Loi n°2023-040 du 29 août 2023, portant Code minier en République du Mali, ne peut être faite dans l'étude, étant donné qu'elle a été promulguée après la finalisation de notre état des lieux.	N/A
12	Prendre en compte la stratégie d'exploitation artisanale du Sénégal	NON	Lors de la consolidation des données, il a été constaté l'absence de documentation technique détaillant une Stratégie d'exploitation artisanale au Sénégal. Toutefois, les renseignements découverts font état de la planification d'une telle stratégie pour 2023. Cette requête est donc non recevable car postérieure à mars 2022 (post dépôt et validation du livrable T1).	T1, chap.6, p.256, § 6.2.2.
13	Prendre en compte le nouveau code de l'environnement du Sénégal	NON	Le contenu de la loi n° 2023-02 du 15 août 2023, établissant le Code de l'Environnement, ne peut être intégré dans l'étude, étant donné qu'il a été promulgué après la finalisation de notre état des lieux.	N/A
14	Prendre en compte la réglementation associée à la SOGED (Sté. de Gestion du barrage de Diama)	NON	La SOGED est une société publique inter-étatique chargée de collecter les redevances de prélèvement concernant l'utilisation des eaux du Fleuve Sénégal. Elle est sans rapport avec l'objet de l'étude.	N/A
15	Renforcer l'analyse comparée des cadres juridiques nationaux avec ceux internationaux	OUI	Cf. R2, Chap.1, p.215, § 5.4 - Analyses du cadre institutionnel du Sénégal, du Mali et affectant ces deux pays, où un complément a été apporté (mode Révision dans Word)	T1, chap.6
16	Renforcer l'analyse des cadres juridiques et institutionnels sur les questions associées à l'orpaillage	OUI	Cf. R2, Chap.1, § 5.2.2 et 5.2.2.1 et 5.3.2, où un complément a été apporté.	T1, chap.6
17	Intégrer les normes de l'OMVS sur les rejets et le captage dans le fleuve	OUI	Nous avons ajouté la résolution n° 00773/ER/CM/MAU/NKT/74ème S.O/2022 du 7 janvier 2022 qui a permis l'adoption des seuils d'autorisation et de déclaration des prélèvements et des rejets d'eau du Fleuve Sénégal. La résolution retient que pour tout rejet d'eau du Fleuve Sénégal, il y a l'obligation d'une autorisation pour des industries et les mines. Cette norme est adaptée aux volumes traités par les industriels, mais elle ne l'est pas pour ceux traités par une cellule d'orpaillage. En outre, cette norme n'aborde pas les seuils sous leur angle chimique, notamment en métaux lourds et en cyanure. Il faudrait donc rédiger des normes spécifiques aux rejets des orpailleurs et des EMAPE.	R2, chap.1, p.152, § 5.1.2.8 T1, chap. 6
18	Citer la source du nombre d'exploitations dans le recensement de l'ANSD	NON	Ce nombre est cité à la page 23 du rapport "ANSD, 2018, Rapport de l'étude monographique sur l'orpaillage au Sénégal, Ministère de l'Economie et des Finances, République du Sénégal". C'est là l'origine de ce nombre.	N/A
19	Analyser la possibilité de mise en place d'un bras armé du cadre juridique	OUI	Se reporter à l'observation : "Créer une « Brigade mixte » ou une « force opérationnelle » au sein de l'OMVS pour le contrôle des activités de l'orpaillage".	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
PARTIE SOCIO-ECONOMIQUE				
21	L'impact de l'orpaillage sur les activités traditionnelles a-t-il été traité ?	NON	Déjà traité dans le rapport final provisoire R2, p.110 ; § 3.6.4 ; p.111, § 3.6.5	T1, p.175, § 5.1.7 R2, p.110 ; § 3.6.4 ; p.111, § 3.6.5
22	Quelles nouvelles activités économiques sont apparues suite à l'implantation de l'orpaillage dans la région ?	OUI	<p>Titre : Diversité des activités économiques dans les sites d'exploitation artisanale.</p> <p>L'activité d'exploitation artisanale est en elle-même divisée en plusieurs tâches. Une division du travail qui permet aux différentes couches de la société d'intégrer le secteur. En effet, en plus du propriétaire de la mine, appelé Datigui en malinké et les tomboulma qui gèrent les aspects sécuritaires du site d'extraction, il y a les creuseurs, les tireurs de corde, les charpentiers, les pompes d'eau, les forgerons, les financiers et les restaurateurs. Dans la partie, traitement, il y a les concasseurs, les broyeurs et les laveurs des minerais. Parallèlement, l'orpaillage crée de nombreux autres métiers informels que B. Doucouré (2015) a essayé d'inventorier de nombreux métiers informels. L'inventaire n'est pas exhaustif, mais donne un aperçu sur la diversité des activités économiques générée par l'orpaillage.</p> <p>Bibliographie : Bakary Doucouré, 2015. Des pierres dans les mortiers et non du maïs ! Mutations dans les villages aurifères du sud-est du Sénégal. Ed. DAKAR publications CODESRIA (Conseil pour le développement de la recherche en sciences sociales en Afrique), p.174.</p>	T1, p.149, § 4.1.11 R2, p.106, après § 3.6.1
23	Quels sont les impacts sur l'éducation des enfants travaillant sur les sites d'orpaillage ?	OUI	<p>Titre : La déperdition scolaire.</p> <p>Dans la zone d'orpaillage, la déperdition scolaire est une réalité. L'ANSD estime que 6% de population orpailleur est constitué de moins de 15 ans. Au Mali, le taux est de 9%. Ce sont des enfants qui n'ont jamais été inscrits à l'école ou qui ont connu un abandon précoce. Le Directeur de l'école de Boféto avait fait une description très alarmiste de l'état de l'éducation dans la zone (le 2 décembre 2021). Selon notre interlocuteur, l'apparition d'un nouveau site d'or pouvait facilement dépeupler une école, car les enfants sont appelés à voyager avec leurs parents. Le rôle des enfants mineurs dans les sites artisanaux se limite à assurer la garde des nourrissons. L'absence d'établissement des niveaux moyen (12 à 16 ans) et secondaire (16 à 18 ans) constitue également un frein pour la poursuite des études. En raison de l'éloignement des lieux d'enseignement (Collèges et Lycées) et des difficultés d'accueils, les jeunes préfèrent s'orienter vers l'orpaillage. Ce désir est accentué par des réussites individuelles de jeunes qui se matérialisent par l'achat de motos (marque TVS), la modernisation de l'habitat, la possession de téléphones portables tactiles, etc.</p>	T1, p.148-149, § 4.1.10 R2, p. 109, après § 3.6.3
24	Quels sont les réseaux d'approvisionnement en produits chimiques ?	OUI	<p>"Réseaux d'approvisionnement" et "itinéraires d'approvisionnement" ne sont pas identiques, bien qu'ils soient étroitement liés.</p> <p>1) Réseaux d'approvisionnement.</p> <p>Les réseaux d'approvisionnement en mercure et cyanure vers les sites d'orpaillage sont complexes et clandestins. Ils incluent divers acteurs :</p>	T1, fascicule 2 – Annexes, p.50 « Saisie cyanure au Sénégal », p.51, p.52

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>- exportateurs fournisseurs : Les fournisseurs de mercure et cyanure incluent systématiquement des acteurs internationaux, principalement la Chine ou la Turquie. Ces produits chimiques sont ensuite exportés vers des pays africains qui exploitent l'or ;</p> <p>- intermédiaires et Distributeurs : Une fois arrivés en Afrique de l'Ouest, ces produits transitent généralement par des réseaux de contrebande en lien avec des orpailleurs / EMAPE. Par exemple, le Burkina Faso leur sert de hub majeur avant d'être redistribués.</p> <p>- transporteurs : Les transporteurs utilisent des itinéraires terrestres clandestins (les mêmes que ceux des biens de consommation) pour éviter la détection et les contrôles aux frontières.</p> <p>- utilisateurs finaux : Au niveau local, les opérateurs des sites d'orpaillage et les orpailleurs / EMAPE achètent ces produits chimiques pour l'extraction de l'or. Un grossiste local dépend souvent de ces réseaux illégaux pour obtenir mercure et cyanure qui sont ensuite revendus aux détaillants.</p> <p>2) Itinéraires d'approvisionnement.</p> <p>Il est presque de notoriété publique dans le milieu de l'orpaillage que le Burkina Faso est une plaque tournante pour le commerce illégal du mercure et du cyanure en Afrique de l'Ouest. Il reçoit principalement ces produits via des routes terrestres à partir des ports du Togo, du Bénin et du Ghana. Après leur arrivée au Burkina, ces produits chimiques sont distribués localement et vers les pays frontaliers. Leurs contenants sont souvent estampillés de Chine et de Turquie. Les itinéraires suivis par ces produits sont les mêmes que ceux des réseaux de contrebande de biens de consommation. Ce trafic d'économie parallèle est rendu possible avec la complicité de certains chefs traditionnels et fonctionnaires publics.</p> <p>Ces trafics posent des défis importants en termes de sécurité, de santé publique et d'impact environnemental. D'ailleurs lors des enquêtes de terrain conduites sur le terrain, les orpailleurs indiquaient que le mercure venait du Mali et le cyanure du Burkina-Faso. En effet, les burkinabés maîtrisent bien la technique de cyanuration. Mais compte tenu de la porosité des frontières, ces deux produits (Hg, CN) pourraient aussi venir des pays limitrophes (Mali, Guinée, Gambie).</p> <p>Il faut aussi examiner les liens avec les sociétés minières opérant dans la région. Ainsi en mai 2023, 20 tonnes de cyanure ont été détournées par des employés de la mine de Sabodala et transportées vers le Mali. Six personnes ont été arrêtées. L'hypothèse est qu'une partie de ce cyanure volé reviendrait au Sénégal pour être utilisée dans les sites d'orpaillage.</p>	
25	Existe-t-il des cas d'orpailleurs ayant abandonné l'utilisation des produits chimiques dans la région ? Est-ce qu'il y a eu une comparaison des deux pratiques ?	OUI	<p>Au moment de nos enquêtes sur le terrain nous n'avons pas eu connaissance d'orpailleurs ayant abandonné l'utilisation des produits chimiques, notamment du mercure et du cyanure, dans la région. Nous n'avons pas non plus observé de tels cas.</p>	N/A
26	Y a-t-il déjà eu des initiatives pour réduire l'utilisation du mercure et du cyanure par les orpailleurs de la Falémé ?	OUI	<p>1) A partir de 2015, un programme de sensibilisation, appelé « Or équitable », a existé au Sénégal et au Mali. Il était coordonné par plusieurs acteurs : l'ONUDI (organisation des nations unies pour le développement industriel), la fondation canadienne « Alliance pour une Mine Responsable » (ARM) et une ONG locale « SADEV – Solidarité, Actions Développement ». L'objectif de ce projet était de réduire</p>	R2, chap. 1, p 54, § 2.2.1

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>l'usage des produits chimiques dans le traitement de l'or, avec deux sites pilotes : Douta et Bantaco. Les modes d'interventions étaient : le regroupement des orpailleurs en GIE ou coopératives, un appui technique dans le traitement (l'octroi de trommel) et une certification de l'or. Ce projet a été suivi par des initiatives gouvernementales menées dans le cadre de la convention de Minimata sur le mercure en 2016 ; A savoir notamment : - la mise en place de la Direction de l'EMAPE au sein du Ministère en charge des Mines ; - un plan d'actions national est élaboré pour la réduction du mercure, en 2019, puis une stratégie nationale en 2022. Toutes ces initiatives méritent d'être pérennisées et renforcées dans le cadre d'un Fonds d'appui à l'orpaillage.</p> <p>2) ONG « La Lumière » : résumé chronologique de ses initiatives pour réduire l'usage de produits chimiques dans la rivière Falémé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2003 , étude sur la pollution de la rivière Kérékonko (Bandafassi) due à l'exploitation aurifère, avec un focus sur les éléments chimiques. - 2010 , réalisation d'une étude sur la pollution par le mercure dans les régions de Tambacounda et Matam, centrée sur l'impact environnemental de l'orpaillage. - 2012 , mise en œuvre du projet « Initiative de Résilience Rurale 4R » incluant la surveillance et le contrôle de la qualité de l'eau de la Falémé. - 2013 , participation à une campagne de sensibilisation aboutissant à la fermeture de plusieurs sites d'orpaillage le long de la Falémé. - 2020 , adhésion à l'Observatoire Citoyen International du Fleuve Falémé (OCIF/Falémé), une initiative multi-pays pour la protection du bassin de la Falémé et lancement d'un projet contre l'utilisation du mercure dans l'orpaillage à Kédougou. E projet vise aussi à promouvoir des pratiques plus écologiques pour les activités d'orpaillage / EMAPE. - Actuellement, étude sur des techniques d'exploitations aurifères moins polluantes. <p>Ces actions reflètent l'engagement progressif et soutenu de l'ONG « La Lumière » dans sa lutte pour la réduction de la pollution chimique de la rivière Falémé. Tout au long cette période, elle se plaint du fait que les autorités administratives et d'une manière générale le Gouvernement restent sourds à ses divulgations de lanceur d'alerte. Les financements de cette ONG viennent de la société civile étrangère (OXFAM) ou de bailleurs internationaux (UE).</p>	
PARTIE ETUDE LA POLLUTION				
28	Intégrer les normes maliennes de potabilité de l'eau.	OUI	<p>Au Mali, le décret n°04-183/P-RM du 11 juin 2004 fixe les conditions et les procédures d'obtention des autorisations et des concessions sur les eaux. Il est complété par : l'arrêté n°06-2667/MIC-SG du 07 novembre 2006 portant homologation de projets de normes maliennes ; l'arrêté interministériel n°09-0767/MEA/ MEIC/MEME/ SG du 6 avril 2009 qui rend obligatoire l'application des normes maliennes de rejet des eaux usées. L'arrêté rend obligatoire le respect de la norme MN-03-02/002 : 2006 eaux usées spécifications et fixe les références, définitions, symboles et termes abrégés et les exigences. La norme malienne indique plusieurs valeurs de paramètres à respecter sans une indication précise des conditions de de prélèvement, de conservation et d'analyses et l'arrêté interministériel no 2018-</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			1996/MEF-MMP-MEF-MATD-MCT-MEADD-MIE-MA-MDL-MTD-SG en date du 20 juin 2018 portant modification de l'arrêté ministériel no 07-1202/MME-MEA-MEF-MA-MET-MACL du 16 mai 2007 fixant les taux et les modalités de recouvrement des taxes et redevances de l'eau.	
29	Clarifier la position sur la potabilité des eaux de surface compte tenu de la présence de Hg et CN dans les sédiments.	OUI	Les eaux de surface ne contiennent ni Hg, ni CN, sauf un échantillon d'eau de surface à Kolya (R2, p.253, tab. 38 et p.254, Tab. 39). MAIS la concentration de 17 mg/L à Kolya est une concentration nettement INFÉRIEURE à la valeur seuil de l'INERIS qui est de 50 mg/L pour la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (Cf. le tome des annexes du rapport R2, p.168, tab. 3). Sur ces bases, on peut donc dire que ces eaux de surface sont CONSOMMABLES. Quant aux eaux de profondeurs (forages, puits), aucune trace de Hg, ni de CN, elles le sont donc aussi. Concernant les argiles en suspension dans l'eau de la Falémé qui engendrent une très forte pollution en matière en suspension ou MES, des concentrations Hg dans les sédiments comprises entre 0,18 et 0,1 mg/kg M.S. ont été détectées (R2, p.257, Fig. 41), grâce à l'analyse de doublons, à Guémédji, Gareboureya, Moussaka, Sansanba et Kolya. Ces valeurs sont ponctuelles et correspondent à une pollution ponctuelle due à des orpailleurs travaillant dans les environs et peu respectueux de la Falémé. Si les habitants boivent ces eaux contenant des MES, effectivement ils ingurgitent des argiles ayant fixé du Hg et du CN ! Mais qui songerait à boire une eau argileuse sans la filtrer ? Le bon sens est de la filtrer avant de la boire ; d'ailleurs c'est ce que les villageois font en creusant un petit trou dans la rive, juste à côté de la rivière : les alluvions filtrent naturellement l'eau qui devient transparente. Sinon, il faut boire l'eau des forages et des puits qui, elles, ne contiennent ni MES, ni Hg, ni CN.	N/A
30	Pourquoi est-ce que les localisations des communautés ne sont pas incluses dans les sites d'analyses ?	NON	Les localités des communautés sont bien incluses dans notre campagne d'échantillonnage, sur les 2 rives de la Falémé, puisque c'est dans les villages que les eaux de profondeur ont été échantillonnées : forages ou puits. Les eaux de surface et les sédiments ont été prélevés près des berges.	N/A
31	Prendre en considération l'impact des autres activités qui sont menées sur les berges de la Falémé.	NON	Les TDR initiaux ne prévoient pas la prise en considération de l'impact des activités autres que celles de l'orpillage qui sont menées sur les berges de la Falémé.	N/A
32	Identifier l'impact des activités d'orpillage sur l'écoulement du fleuve.	NON	Dans les annexes du R2, p.42, l'alinéa 1 rappelle que "La Falémé est une rivière non pérenne, essentiellement alimentée par les eaux de pluie et dont l'écoulement se caractérise par une grande irrégularité et variabilité interannuelle et même souvent par l'arrêt de l'écoulement". A ce constat reconnu par tous, nous consacrons dans le rapport R2, p.405, § 5.2.1.1, tout un paragraphe qui examine l'impact des activités d'orpillage sur l'écoulement de la Falémé. Ailleurs dans ce rapport, nous abordons également souvent la question de l'écoulement de la Falémé, notamment dans ces passages (liste non exhaustive) : R2, p.22, alinéa 3 : écoulement; R2, p.119, Figure 24 montrant l'impact d'une drague industrielle sur le cours de la Falémé.; R2, p.126, alinéa 4 : Falémé est fortement impactée, marquée par une diminution de la profondeur de son lit, une diminution de sa vitesse d'écoulement et surtout par une augmentation de la turbidité (à cause des dragues);	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			R2, p.152, §4.7, alinéa 5 : la boue (notamment celle issue des rejets des dragues industrielles) transforme totalement l'écoulement et le lit de la rivière...	
33	Donner une comparaison entre les analyses de 2021 et celles de 2023.	NON	<p>La comparaison des concentrations dans les trois médias au Sénégal (mission 2021) et au Mali (mission 2022) ont été expliqués en séance plénière durant l'atelier de validation. Les tableaux comparatifs sont dans les diagrammes suivant.</p> <p>Figure 135 : Concentration des métaux lourds des eaux de surface de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord</p> <p>Figure 136 : Concentration des métaux lourds des eaux de profondeur de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord</p> <p>Figure 137 : Concentration des métaux lourds des sédiments de la Falémé sur les deux rives de la Falémé le long d'une coupe Sud-Nord</p> <p>Il y a aussi une comparaison pour les mesures physico-chimiques de ces deux missions dans le paragraphe n° 5.1.3, page 403.</p>	R2, p.398 et suivantes, §5.1.1.1 et §5.1.1.2 et 5.1.1.3 R2, p.403, §5.1.3 PPT, J1, diapos 64 et 65
34	Définir l'impact de la mise en place du barrage de Gourbassi sur la pollution induite par l'orpaillage.	OUI	<p>L'impact spécifique dépendra de nombreux facteurs, tels que la taille du barrage de Gourbassi, son emplacement, les méthodes d'orpaillage pratiquées, et les caractéristiques écologiques et socio-économiques de la région. Une "Étude d'Impact Environnemental et Social" (EIES) approfondie est cruciale pour comprendre et atténuer les impacts négatifs potentiels de la construction d'un barrage sur les activités d'orpaillage, celles des communautés locales et l'environnement en général. Voici comment ce barrage peut influencer la situation dans la Falémé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - diminution de l'activité d'orpaillage en aval du barrage, par réduction de la quantité d'alluvion disponible. Mais à l'inverse, les alluvions aurifères récentes seront piégées en amont du barrage. Le barrage piégera les sédiments, mais aussi il pourra piéger le mercure et d'autres polluants rejetés par les orpailleurs dans le réservoir, soit directement, soit par ruissellement, ce qui pourrait concentrer la pollution en amont du barrage, affectant gravement l'écosystème aquatique local, notamment dans la zone SMSK (cf le rapport R2) ; - avec la création du lac de barrage, l'accès à la ressource (grave aurifère) sera diminué à cause de la montée du niveau des eaux de la retenue ; ce qui risque de concentrer les activités dans certaines zones (et donc les impacts environnementaux). La retenue aura aussi un impact économique sur les orpailleurs (puisque'ils verront leurs revenus diminuer), ce qui pourrait soit les pousser vers des pratiques alternatives (ce qui serait une bonne chose), soit les pousser vers les grandes villes où ils grossiront la masse des chômeurs (ce qui serait une moins bonne chose). <p>Pour éviter ces dérives, la réglementation associée au barrage devra tenir compte de l'orpaillage.</p>	N/A
35	Justifier la non-pollution des eaux souterraines et leur isolation des eaux de surface.	OUI	<p>Les eaux souterraines sont les eaux des nappes phréatiques profondes (si le sondage a été correctement fait) qui ne sont pas en contact avec les eaux de surface, si les précautions d'usage ont été prises pour la sécurisation du trou. Ce qui étaient le cas, pour les forages des programmes d'hydraulique villageoise où nous avons échantillonné.</p> <p>Les eaux souterraines bénéficient d'une meilleure protection contre la pollution que les eaux de surface grâce à des processus naturels et des conditions géologiques qui favorisent leur isolement et la filtration des polluants.</p>	Voir Tableau 37 du R2, p.253 et Tableau 58, p. 334 du R2

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>On peut classer ainsi les facteurs influant sur la qualité des eaux souterraines :</p> <p>- Causes naturelles de protection des eaux souterraines : L'infiltration de l'eau à travers les couches de sol et de roche agit comme un filtre naturel qui élimine les particules et les polluants. De plus, le mouvement lent de l'eau souterraine permet aux processus naturels de dégrader les polluants au fil du temps, réduisant ainsi les risques de contamination étendue. Les eaux souterraines sont souvent séparées des eaux de surface par des couches imperméables, comme l'argile ou la roche solide, ce qui restreint le transfert de polluants. Les aquifères peuvent aussi être situés à une distance considérable des sources de pollution de surface, ce qui contribue à leur isolation. En outre, nos passages sur le terrain nous ont permis de constater que les forages étaient loin des sites où on pratique la cyanuration ou la fusion de l'amalgame aurifère qui sont les 2 principales sources de contamination mortelle. Ceci limite énormément les échanges avec l'eau du forage.</p> <p>- Causes anthropogéniques de risque de pollution des eaux souterraines : Malgré ces protections naturelles, les activités humaines telles que l'orpaillage illégal et anarchique, l'agriculture non durable, les systèmes d'assainissement défectueux, et les pratiques industrielles peuvent entraîner, à la longue, la pollution des eaux souterraines, dépassant parfois les capacités de filtration naturelle et contaminant ainsi les ressources en eau souterraine vitales. Actuellement, la faible concentration d'activités humaines et les distances relativement importantes qui séparent les zones de traitement des minerais aurifères des forages et des aquifères réduit le risque de pollution directe des eaux souterraines en comparaison avec les eaux de surface</p>	
36	Justifier la non-analyse des eaux de barrage.	NON	Les TDR du Consultant ne prévoient pas spécifiquement l'analyse des eaux de barrage et en outre, à l'époque des campagnes d'échantillonnage du présent projet, il n'y a aucun barrage sur la Falémé.	N/A
37	Faire une synthèse du document destinée aux décideurs.	OUI	Les TDR du Consultant ont prévu cette synthèse qui figure déjà dans le rapport R2 et qui sera mise à jour dans le R3.	N/A
38	Analyser le fonctionnement et l'intérêt de l'établissement public mauritanien qui s'occupe de l'orpaillage.	OUI	L'analyse du fonctionnement et l'intérêt de l'établissement public mauritanien qui s'occupe de l'orpaillage a été traitée et ajoutée au rapport R3.	N/A
39	Justifier la stratégie d'échantillonnage au vu de la taille du bassin (manque de stations) et sur l'éloignement des points d'échantillonnage par rapport aux points d'orpaillage.	NON	<p>Note technique sur la stratégie d'échantillonnage : Elle a déjà été rédigée à la suite de la téléconférence entre l'OMVS et l'AFD le 17/12/2021 lors de la phase 1 du projet. Elle a été annexée au livrable T1 (annexe 3) envoyé à l'OMVS en janvier 2022. Elle est jointe au tome annexe du rapport final provisoire R2.</p> <p>Concernant l'éloignement des points d'échantillonnage par rapport aux points orpaillés, dans notre étude environnementale d'amont en aval de la Falémé, la stratégie d'échantillonnage impliquant une dizaine de sites a été soigneusement élaborée pour garantir l'intégrité des données recueillies. Notre méthode assure que les points d'échantillonnage, judicieusement éloignés des zones d'orpaillage artisanal, ne sont pas influencés par ces activités spécifiques. Un échantillonnage plus rapproché des sites d'orpaillage fausserait les résultats, en orientant l'analyse vers ces zones au détriment d'une évaluation globale et représentative de la santé environnementale de la rivière. Cette approche permet</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			de maintenir l'objectif premier de l'étude : évaluer l'état écologique général du cours d'eau, indépendamment de l'impact localisé de l'orpaillage.	
40	Retirer l'affirmation sur le fait que l'eau de la Falémé reste potable et justifier pourquoi vous dites cela.	OUI	Un de nos experts a répondu à cette question durant la session plénière, en fournissant les clarifications nécessaires sur la question de la potabilité de l'eau de la Falémé. Sinon, la réponse est identique à celle de la ligne numéro ID29.	N/A
41	Réaliser une étude comparative sur la pollution directement dans les zones d'orpaillage ainsi que dans les barrages.	NON	Le barrage de Gourbassi n'est pas encore construit sur la Falémé. Il est donc impossible d'analyser ses eaux.	N/A
42	Quelle est la relation entre la pollution de la Falémé et la mauvaise qualité des eaux captées au niveau des capitales de la région ?	NON	La question est pertinente, cependant il est crucial de souligner que cette étude est la première en son genre, concentrée sur l'analyse chimique de polluants très toxiques, comme le mercure et le cyanure, tout le long de la Falémé, d'amont en aval, et sur un bref laps de temps (ce qui est un avantage, car on peut estimer que les conditions hydrologiques et climatiques sont restées stables pendant cette période). Ceci représente donc une avancée significative dans notre compréhension de l'environnement fluvial qui n'avait à ce jour fait l'objet que d'études ciblées sur les sites d'orpaillage eux-mêmes et rarement (jamais) avec la prise de 3 médias différents dans la même zone. En outre, nous avons pris un échantillon de référence (cf. fiche et tableaux d'analyses) d'eau potable issue d'un forage dans la ville de SARAYA (située à mi-chemin sur la route Kédougou - Moussala poste frontière). A l'époque, cette ville était loin des sites orpaillés donc avec une nappe phréatique a priori non polluée. Mais il serait maintenant pertinent de considérer la présente étude comme la "situation de référence".	N/A
43	Difficulté d'évaluer l'étude sans situation de référence.	OUI	Cette étude est l'étude de référence pour la rivière Falémé pour plusieurs raisons : - à l'époque, il n'existait pas d'étude analogue à notre connaissance ; - c'est la première du genre qui dose du mercure ailleurs que dans ou à proximité des "points chauds" (sites d'orpaillage, huttes d'amalgamation, effluents de mines industrielles) ; - elle a procédé avec une unité d'organisation : une même équipe, un même laboratoire agréé pour l'environnement ; - 2 campagnes de prélèvements réalisés sur les 2 rives de la Falémé, d'amont en aval de toute la longueur de la frontière Mali - Sénégal. Chaque campagne a été réalisée en un temps bref (donc homogénéité des prises et des résultats d'analyses) ; - des résultats d'analyses multiélémentaires, avec cyanure et hydrocarbures ; - un témoin a même été pris dans un forage à Saraya (cf le tableau des résultats d'analyses dans les annexes du R2), en dehors de la ville et loin des activités minière artisanales ou industrielles.	N/A
44	Définir le rapport entre la durée et l'intensité de l'exploitation et les concentrations des Hg et CN dans le fleuve.	OUI	Les concentrations de Hg et CN dans la Falémé dépendent uniquement de la quantité des rejets effectués : pas de rejet-pas de pollution, petits rejets-faible pollution, gros rejets-pollution importante (pour une concentration en Hg et CN donnée). Mais il n'y a pas de corrélation systématique entre les concentrations de Hg et CN dans la rivière et la durée et l'intensité de l'exploitation : d'une part, une	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>grosse exploitation peut faire moins de rejets qu'une exploitation artisanale (car la première est plus contrôlée) et donc elle polluera moins, d'autre part, une exploitation de courte durée peut être plus polluante avec des rejets très concentrés en Hg et CN qu'une exploitation plus longue mais faite dans le respect des règles environnementales.</p> <p>La capacité de la Falémé à atténuer la contamination dépend aussi de facteurs tels que son régime hydrologique (qui varie énormément selon la saison) et les caractéristiques de son écosystème (qu'on peut considérer comme quasi détruit en 2023). Si l'écosystème était "normal", alors il est probable que sa contamination affecterait la vie aquatique et les plantes locales ; il jouerait un rôle dans la concentration des polluants, notamment du mercure sous sa forme méthylé, impactant ainsi considérablement l'équilibre écologique de la rivière.</p> <p>En résumé, le rapport entre la durée et l'intensité de l'exploitation d'or artisanal / EMAPE et les concentrations de Hg et CN dans la Falémé dépend de multiples facteurs liés à la méthode d'exploitation, à la gestion environnementale, et aux caractéristiques propres à cette rivière. Des études détaillées et des analyses sur le terrain seraient nécessaires pour établir des relations précises et quantitatives entre ces variables.</p>	
45	Quel est le lien entre les changements climatiques et la qualité des eaux de la Falémé ?	NON	Cette question dépasse les termes de référence de la présente étude. Elle ne peut donc pas être traitée dans ce cadre-là. Toutefois il est possible de dire que les changements climatiques risquent d'affecter la qualité de l'eau de la Falémé, notamment avec l'augmentation de la température de l'eau et celle des précipitations extrêmes, qui entraînent un ruissellement de polluants. Les fluctuations de niveau d'eau, les perturbations des écosystèmes riverains, et les changements de pH et de salinité dus à l'élévation du niveau de la mer contribueront également à altérer la qualité de l'eau et l'équilibre écologique.	N/A
46	Pourquoi les analyses n'ont pas été faites en amont de la Falémé également ?	NON	Déjà répondu pour la question supra : "Prendre en compte la Guinée et la Mauritanie dans l'étude".	N/A
47	Justifier la non-analyse de la pollution présente dans les poissons.	NON	Les termes de référence du contrat ne prévoyaient pas l'échantillonnage du biote. Toutefois, analyser la présence de mercure et d'autres métaux dans les poissons de la Falémé constituerait une démarche précieuse dans le cadre d'une nouvelle étude environnementale. Cela fournirait des indications essentielles sur l'ampleur de la contamination en mercure, notamment sous sa forme méthylée, dans l'écosystème aquatique.	N/A
48	Actualiser les informations données sur l'étude sur la qualité de l'eau (de l'OMVS) de 2012 avec celle de 2019.	NON	L'étude de 2019 prévoyait des normes de rejets des entreprises (ce ne sont donc pas des normes pour des orpailleurs) dans la Falémé. En fonction de la qualité des effluents, il fallait soit un système d'autorisation ou le cas échéant une simple déclaration. De par la mobilité et le caractère clandestin des activités d'orpaillage, il sera donc très difficile d'essayer d'appliquer ces normes aux orpailleurs. Dans les rapports OMVS, nous n'avons pas trouvé d'analyses mercure, ni cyanure, au moment de notre état des lieux.	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
49	Quelles sont les solutions pour traiter le manque d'oxygène lié à la turbidité ?	OUI	<p>La solution pour traiter le manque d'oxygène lié à la turbidité est radicale : il faut supprimer la turbidité, donc en supprimer la cause, c'est à dire les dragues dans le lit vif de la Falémé et les rejets d'effluents miniers non traités (ceux des sluices). Ainsi cela supprimera la mise en suspension des argiles dans la rivière dont le cours reviendra à la normale, une fois que les crues auront opérées leur phénomène de "chasse d'eau".</p> <p>Sinon, voici les endroits dans le rapport R2 où il est la question de l'oxygène est abordée :</p> <p>R2, p260, tab.45, où O2 dissous a une moyenne de 7,5 pour la mission rive sénégalaise, un mini de 6,8 et un maxi de 8 mg/l</p> <p>R2, p345, tab.66, où O2 dissous a une moyenne de 2,6 pour la mission rive malienne, un mini de 1,1 et un maxi de 8,2 mg/l.</p> <p>R2, p402, §5.1.2.3 où on parle de concentration en O2 dans l'eau;</p> <p>R2, p403, §5.1.3 où on interprète les résultats par rapport à la saison.</p> <p>Pour rappel, dans l'eau du fleuve Sénégal, la concentration en oxygène dissous oscille entre 8 et 8,9 mg/l à des températures variant entre 20 et 30°C (GRET (2020). Potabilisation des eaux de surface en Afrique. Solutions techniques adaptées de l'expérience de la vallée du fleuve Sénégal. Guide pratique. Ed. GRET. ISBN Gret : 978-2-86844-326-7. P.222).</p>	N/A
50	Quels sont les risques d'accumulation des concentrations du mercure et du cyanure dans le temps ?	OUI	<p>L'accumulation dans le temps de mercure et de cyanure dans la Nature, en particulier dans les eaux de surface et leur biote, présente plusieurs risques significatifs à long terme, tant pour l'environnement que pour la santé humaine :</p> <ul style="list-style-type: none"> - bioaccumulation de mercure : dans l'eau, il peut s'accumuler dans les organismes vivants par un processus de bioaccumulation, puis se concentrer à travers la chaîne alimentaire. Les poissons et les autres animaux aquatiques qui accumulent du mercure dans leurs tissus peuvent ensuite être consommés par les humains, entraînant des risques pour leur santé, comme des dommages neurologiques et des problèmes de développement chez le fœtus et les enfants ; - toxicité du cyanure : le cyanure est extrêmement toxique pour l'homme et les écosystèmes aquatiques. Même à faibles concentrations, il peut être mortel pour les poissons et autres formes de vie aquatique. Chez l'homme, l'exposition au cyanure peut causer de graves problèmes de santé, voire la mort ; - impact sur la biodiversité : la contamination prolongée des eaux de surface par le mercure et le cyanure peut entraîner une réduction de la biodiversité dans ces écosystèmes, affectant la chaîne alimentaire et l'équilibre écologique. Mais à partir de notre étude dans la Falémé, l'écosystème aquatique est surtout mortellement affecté par la quantité anormalement trop importante d'argiles en suspension ; - effets sur la qualité de l'eau : la contamination par le mercure et le cyanure peut compromettre la qualité de l'eau, rendant l'eau impropre à la consommation humaine et à d'autres usages ; problèmes de santé publique : les communautés dépendant de ces sources d'eau pour la boisson, la cuisine et d'autres activités domestiques peuvent être exposées à des risques de santé à long terme en raison de la consommation d'eau contaminée ; - difficultés de dépollution : une fois que ces contaminants sont présents dans un écosystème, il peut être très difficile et coûteux de les éliminer et de restaurer l'environnement à son état initial. <p>La plupart de ces points ont d'ailleurs été abordé durant la présentation faite par SOFRECO durant l'atelier de validation.</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			Ces risques soulignent l'importance d'une gestion environnementale prudente et de mesures de prévention de la pollution pour protéger les écosystèmes aquatiques et la santé publique.	
51	Harmoniser la terminologie concernant les stations de prélèvement.	OUI	Effectivement, il existe une différence terminologique entre une station, un prélèvement et un échantillon, bien que ces termes soient étroitement liés dans le contexte des études et analyses environnementales. Station d'échantillonnage : c'est le lieu désigné pour prélever des échantillons dans le cadre de notre étude environnementale pour évaluer la qualité et la présence de contaminants. Ces stations sont stratégiquement situées pour refléter fidèlement l'état de l'environnement étudié. Dans notre étude, à chaque station, il y avait 3 prélèvements différents (eau de surface - ES, eau de profondeur - EP, sédiment - S) faits à proximité et dans un village. Prélèvement : c'est le processus physique ou la méthode utilisée pour récupérer une partie de l'environnement (comme l'eau, le sédiment) à des fins d'analyses chimiques ou de mesures physico-chimiques. Par exemple, nous avons effectué les prélèvements d'eau dans la Falémé à l'aide d'un seau en plastique ou nous avons mesurer les paramètres physicochimiques avec une sonde multi-paramètres Échantillon : c'est le résultat matériel de cette action de prélèvement, c'est-à-dire la portion concrète ou la quantité de matière (eau, sédiment) qui a été prélevée pour être analysée en laboratoire. L'échantillon représente une partie plus petite, mais représentative du plus vaste ensemble dont il est issu, permettant ainsi une analyse et une évaluation en introduisant le minimum de biais (comme aller échantillonner dans les sites orpaillés). Chacun d'eux avait un contenant spécifique (en fonction de l'éléments chimique à doser) fourni par le laboratoire en charge des analyses. En résumé, le prélèvement fait référence à l'acte de collecter, tandis que l'échantillon désigne la matière concrète collectée pour l'analyse. Ceci est clairement expliqué notamment dans le R2, page 234, § 1.1 ; alinéa 2.	N/A
52	Justifier le manque de chiffre dans la partie HSE.	OUI	La recherche de statistiques HSE aurait demandé un temps beaucoup plus long que celui dont nous avons disposé, d'autant que nous n'avons eu qu'un accès restreint aux supports du système d'information sanitaire des services de santé et d'hygiène.	N/A
53	Rectifier la localisation des points d'échantillonnage (inversion longitude / latitudes).	OUI	Après vérification d'un certains nombres de points d'échantillonnage, nous n'avons pas trouvé d'inversion de coordonnées. Nous rappelons que nos coordonnées sont en degrés décimaux dans le datum WGS 84.	N/A
54	Détailler les passages sur le ravinement dans le rapport.	OUI	Le problème du ravinement des sols à cause de l'orpaillage est abordé à la page 56 du Plan d'Actions pour la diversité biologique du Mali et à la page 187, § 5.2.2.2 du rapport R2. Le ravinement dans le bassin de la Falémé, un phénomène naturel d'érosion intense et rapide, est exacerbé par les activités d'orpaillage et des EMAPE. Leurs activités enlèvent la couche superficielle des sols, souvent arable, pour extraire l'or des éluvions ou des terrasses alluviales. Ainsi, les couches inférieures du sol, plus fragiles et moins structurées sont exposées aux éléments naturels comme la pluie et le vent. Durant la saison des pluies, typique de la zone soudano-sahélienne, ces terrains dénudés deviennent particulièrement vulnérables à l'action de l'eau. L'eau de pluie ruisselant sur ces sols entraîne des particules de terre, creusant progressivement des sillons qui se transforment en ravines. Ces ravines s'approfondissent et s'élargissent avec chaque saison des pluies, emportant	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>d'année en année davantage de terre, généralement argileuse, et aggravant ainsi la dégradation du terrain et la charge solide des eaux de la Falémé. De plus, ce ravinement affecte le profil des berges en les rendant aussi inutilisables et en les dégarnissant de leur couvert végétal qui les protégeait d'une érosion trop intense lors des crues.</p> <p>Ensuite, le processus ruissellement - ravinement causé par les pluies est aggravé, à la saison sèche, par des vents forts (Harmattan) qui contribuent aussi de manière significative à éroder notablement les sols.</p> <p>Ces processus cumulés d'érosion (pluie, vent) se surimposent aux activités des orpailleurs (décapage de la surface, coupe des arbres, puits, fosses), le tout contribue non seulement à la perte de terres arables, mais aussi à la modification des paysages et à des perturbations écologiques dans la région. Ces changements topographiques dus à l'érosion ne sont pas seulement esthétiques ; ils ont des conséquences écologiques et socio-économiques importantes pour les communautés locales dont les activités traditionnelles (cultures et élevages) entre en compétition avec celles de orpailleurs / EMAPE. Sur le plan écologique, la formation de ravines perturbe les écosystèmes locaux. Le déversement puis le ruissellement des eaux issues des effluents miniers artisanaux ou EMAPE est certes moindre que celui des grandes mines, mais il y a quand même toujours un risque de pollution des cours d'eau et d'infiltration dans les eaux souterraines par la mobilisation des métaux lourds (l'étude de ce risque était d'ailleurs l'objet du présent rapport).</p> <p>Les habitats naturels sont fragmentés et certaines espèces végétales et animales peuvent se trouver isolées ou privées de leurs conditions de vie optimales. La biodiversité peut ainsi être affectée, avec des conséquences sur la chaîne alimentaire et l'équilibre écologique de la région.</p> <p>Sur le plan socio-économique, la modification du paysage entrave les activités agricoles, d'une part en réduisant les surfaces cultivables et d'autre part en rendant les terres moins fertiles, voire inutilisables, entraînant des pertes de revenus pour les communautés locales.</p> <p>En résumé, le ravinement induit par les activités d'orpaillage / EMAPE transforme localement mais radicalement le paysage, avec des implications écologiques profondes et des défis socio-économiques pour les populations locales.</p>	
PARTIE HYGIENE, SECURITE ET SANTE				
56	Détailler les impacts de l'orpaillage non liés aux produits chimiques.	OUI	<p>Résumé du chapitre 1 du rapport R2 mettant en évidence, d'après les enquêtes des experts du Consultant, les divers impacts environnementaux, sociaux et sanitaires de l'orpaillage non liés directement aux produits chimiques dans le bassin versant de la Falémé.</p> <p>Impact sur l'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pollution visible due à l'ensablement et à l'envasement important du lit mineur de la rivière Falémé, affectant sa profondeur et sa vitesse d'écoulement. - Réduction des terres agricoles due à l'accumulation des déchets miniers et à la pollution de l'eau. - Destruction notable du paysage naturel par le déboisement pour l'exploitation minière (bois d'oeuvre pour le soutènement des puits, la construction des campements) et par le fonçage des puits ou des 	T1, p.180 à 182, § 5.2, tab. 29 R2, chap.1, p.140 à 143, § 4.3

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>fosses.</p> <p>Impact sur la faune et la flore :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perte significative de la biodiversité faunique et florale, exacerbée par la déforestation et le bruit causé par la mécanisation des sites d'orpillage, ainsi que la densification de la population dans des zones restreintes. - Destruction des niches écologiques et diminution des populations animales (à cause de : bruit, chasse, produits toxiques tels que Hg ou CN). <p>Impact sur les ressources en eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Surconsommation d'eau pour les activités d'orpillage (notamment au niveau des dragues industrielles), réduisant sa disponibilité pour d'autres besoins. - Dégradation de la qualité chimique de l'eau de la rivière avec sa pollution due à la gestion inadéquate des déchets miniers, des rejets d'huiles usées et hydrocarbures. - Dégradation de la qualité physique de l'eau et augmentation de sa turbidité avec trop de matières en suspension (à cause des dragues industrielles) <p>Impact sur l'air et le changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pollution de l'air par les poussières nocives, les fumées et les gaz émis par les machines thermiques utilisées dans l'orpillage : pompes, dragues, compresseurs, groupes électrogènes. - Contribution à la déforestation et à l'utilisation de combustibles fossiles, influençant le changement climatique. <p>Impact sur la santé humaine et la sécurité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risques pour la santé des orpilleurs liés à une hygiène précaire, la malnutrition, l'exposition aux métaux lourds et aux poussières, et aux accidents de travail. - Effets sur la santé des communautés locales dû à la pollution de l'eau, de l'air et du sol. - Augmentation des risques sanitaires liés aux maladies infectieuses, à cause de la surpopulation dans de mauvaises conditions d'hygiène. 	
57	Aborder les risques biologiques liés au déversement des produits chimiques et des huiles.	NON	<p>Bien qu'ayant un moindre impact, la Falémé est aussi contaminée par les eaux de ruissellement chargées en hydrocarbures et autres produits chimiques, provenant des points de réparation ou d'entretien des motos, tricycles et rares autres engins. Ces contaminants proviennent des huiles de vidange directement déversées sur le sol et des fuites dues aux mauvaises conditions de manutention. Les effets sur la faune, la flore et les ressources alimentaires avoisinantes peuvent être considérables. Pour vivre, la faune et la flore ont besoin de certaines conditions de vie : température adaptée, parfaite oxygénation de l'eau, luminosité et autres. Or, les huiles quand elles remontent à la surface de l'eau constituent une pellicule imperméable aux échanges gazeux entre l'air et l'eau. La pollution du cours d'eau peut atteindre les nappes souterraines, et altérer durablement la faune et la flore aquatique et aussi menacer l'usage du milieu naturel en tant que ressource en eau pour les besoins domestiques.</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
58	Analyser la contamination de la biote (Pourquoi est-ce que cela n'a pas été fait ?).	NON	L'étude des effets des polluants sur les organismes vivants (le biote) dans une zone ou un écosystème donné ne fait pas partie des TDR qui stipulaient uniquement l'analyse multiélémentaire des eaux de surface, de profondeur et des sédiments de la Falémé. L'analyse du biote serait pertinente pour évaluer l'impact écologique des orpailleurs / MEPAE (notamment pour connaître la diffusion du méthyle de mercure dans les organismes vivants) et donc pour développer des stratégies de gestion et de restauration des écosystèmes affectés. Toutefois la question de la contamination de la biote a été abordée par nos experts dans les villages de Kidira, Toumboura, Doundé et Ballou.	R2, chap.1, p 125 à 131, § 3.2.13 à 3.2.16
59	Prendre en considération des cas de pertes de bétail.	OUI	Dans notre rapport R2, le cas spécifique des pertes de bétail, vraisemblablement liées à la contamination de la rivière par des rejets miniers, a été dûment pris en compte. Il est important de noter l'absence de vétérinaire au sein de notre équipe de consultants pour une évaluation approfondie de la situation animale. Néanmoins, pour illustrer notre intérêt porté à cette problématique, voici deux exemples pertinents : Kidira - 07 décembre 2021 Les allocutions des éleveurs ont tourné essentiellement sur les fréquents cas d'avortements et de mort-nés chez les vaches s'abreuvant dans la Falémé comparativement à celles s'abreuvant à partir d'autres sources d'eau, comme les forage ou les puits. Ils rapportent aussi des cas d'amaigrissement, maladie ou mort au sein des troupeaux qui ont consommé l'eau de la Falémé. Des informations reçues des éleveurs ayant pris la parole lors de notre entrevue, ont également permis de comptabiliser plus d'une quinzaine de têtes de gros ruminants et vingtaine de têtes de petits ruminants. Toumboura - 08 décembre 2021 Selon les propos de 5 éleveurs / propriétaires, plus de 30 gros ruminants et plus de 40 petits ruminants sont morts au cours de la seule année 2021. Face aux décès inexplicables du bétail et sans l'intervention d'un contrôle vétérinaire, il reste difficile d'attribuer ces pertes uniquement à la qualité de l'eau de la Falémé. D'autres facteurs, tels que l'absence de vaccination, la malnutrition, ou une hydratation insuffisante, pourraient également être en cause (infections parasitaires, maladies contagieuses comme la fièvre aphteuse, ou exposition à des toxines environnementales sont d'autres causes potentielles de mortalité).	R2, chap. 1, p 126, § 3.2.13.2 R2, Chap.1, p128, § 3.2.14
60	Traiter l'impact sécuritaire des mouvements des orpailleurs venant d'autres pays (Burkina Faso et Nigéria).	OUI	Face à la montée des menaces sécuritaires dans les zones d'orpaillage, une série d'événements clés et de réponses gouvernementales ont marqué le bassin versant de la Falémé ces dernières années. <u>Les faits (non exhaustifs).</u> La montée de la violence dans les sites d'orpaillage au Sénégal, caractérisée par une augmentation des braquages à main armée, a culminé en mars 2013 avec un affrontement violent entre Maliens et Burkinabés à Dyabougou, entraînant la mort de six personnes et plusieurs blessés. La situation s'est encore détériorée davantage en raison du trafic de produits illicites, notamment mercure, cyanure, drogues et explosifs, un phénomène exacerbé par les déplacements constants des	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>orpailleurs d'un pays à l'autre ou d'une région à une autre. Ces mouvements migratoires incontrôlés d'orpailleurs venant d'autres pays ou se déplaçant d'une région à une autre dans un même pays au grés des ruée vers l'or ont donc bien un impact sécuritaire. Ainsi, la région connaît une hausse des attaques de "coupeurs de routes", qui ciblent principalement les biens des victimes, comme le souligne un incident rapporté par le chef de village de Satadoukou en décembre 2021, au moment où nous étions sur le terrain ; il confirme aussi recevoir très souvent des informations relatives à ce genre d'attaques.</p> <p><u>La réponse des états.</u> Face à ces défis sécuritaires, le gouvernement du Sénégal a réagi en 2014 en suspendant toutes les activités d'orpaillage sur son territoire. Cette décision a été prise en réponse directe à l'escalade de la violence et à sa médiatisation. Par ailleurs, pour faire face à la menace croissante de l'extrémisme violent, en particulier venant du Nord Mali, un cordon sécuritaire a été déployé dans le bassin de la Falémé, le long de la frontière avec le Mali. L'État a également renforcé la présence des corps militaires dans cette région pour prévenir d'éventuelles menaces sécuritaires et assurer la protection des populations locales.</p>	
61	Aborder les mesures actuellement en place pour l'accompagnement sanitaire des orpailleurs (Lesquelles ?).	OUI	La problématique de l'absence de mesures adaptées à la prise en charge sanitaire des populations d'orpailleurs, qui, bien que présentes sur le territoire d'un district sanitaire, n'y sont pas intégrées administrativement, a été soulevée lors de nos enquêtes. Cette situation, exacerbée par la mobilité constante des orpailleurs, entrave significativement la mobilisation de ressources pour leur prise en charge lors de la planification des interventions de routine ou de campagnes sanitaires. Comme mentionné dans notre rapport R2, le Centre de santé de Saraya serait le seul établissement d'envergure dans notre zone d'intervention à même de fournir des services sanitaires à cette population	R2, P.56 à 94, il y a un paragraphe pour chaque site visité.
62	Manque d'avis médicaux et de données chiffrées sur la santé dans les régions concernées.	OUI	<p>Notre étude, conformément aux TDR, était concentrée sur l'étude de l'impact de l'orpaillage sur la qualité des eaux de la Falémé. La collecte d'avis médicaux ciblés et de données chiffrées sur la santé des populations riveraines relèverait plutôt d'une étude épidémiologique spécifique (qui reste à faire), qui va bien au-delà du cadre de nos actuels travaux.</p> <p>En outre, couvrant une vaste région de 450 km le long de la Falémé, elle a été limitée par des ressources restreintes inhérentes à la conception du projet (cf la méthodologie du Consultant), affectant à la fois le temps sur le terrain et la collecte de données. De plus, une absence d'information des autorités sanitaires lors du passage des équipes du Consultant a entravé l'accès aux informations des centres de santé évalués. Dans ces conditions, nous n'avons donc pas de données chiffrées sur la santé.</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPNSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
RECOMMANDATIONS, REMARQUES, OBSERVATIONS ET QUESTIONS DU JOUR 2				
RECOMMANDATIONS D'ORDRE GENERAL				
66	Mettre en place des activités de réhabilitation des sites d'orpaillage à travers du reboisement, remblayage des puits abandonnés ...	OUI	Pour assurer la réussite des activités de réhabilitation dans les anciens sites d'orpaillage, comme le reboisement, le remblayage des puits abandonnés, le curage du lit de la Falémé, une étude de faisabilité approfondie est nécessaire pour évaluer leur viabilité et efficacité. L'intervention de l'État joue un rôle crucial dans ce processus, en fournissant les ressources requises et en veillant à ce que les actions mises en œuvre soient conformes aux réglementations environnementales et adaptées aux besoins spécifiques de chaque site. Bien que la réhabilitation de ces sites présente un potentiel avantageux pour l'environnement et les communautés locales, elle nécessite une évaluation minutieuse en termes de coût, de faisabilité technique, et d'adéquation avec les priorités et les nécessités locales.	N/A
67	Créer une structure en charge de la réhabilitation de la Falémé	OUI	<p>Le tableau 74 (R2) indique une liste de mesures de mitigation à prendre. La question de la réhabilitation de la Falémé englobe un vaste domaine, mais à la suite des entretiens que nous avons eus avec les parties prenantes, nous comprenons qu'elles sont surtout focalisées sur la pollution visible, comme les trous (puits, fosses), les rejets miniers à terre ou dans le lit de la Falémé (dragues) et la déforestation. Dans cette perspective, la réhabilitation de la Falémé polluée par les orpailleurs pourrait impliquer la création d'une structure spécialisée avec plusieurs composantes clés.</p> <p>Toutefois, comme nous l'avons dit lors de l'atelier de validation, la prévention vaut mieux que la remédiation qui coûte excessivement cher. Mais avant d'imaginer la création d'une telle structure, il faudrait savoir où trouver les fonds nécessaires et se poser la question de savoir si l'affectation de cet argent est pertinente pour de tels travaux.</p> <p>Pour coiffer cette structure, il faut d'abord mettre en place une autorité responsable de la supervision générale du projet de réhabilitation. Elle coordonnerait les efforts entre les différents acteurs qui travailleraient à réparer les dégâts occasionnés par l'orpaillage. Le DEDD (OMVS) pourrait assumer ce rôle.</p> <p>En dessous, il pourrait y avoir 2 types d'organisations qui travailleraient sur le terrain : 1) des équipes de nettoyage et de restauration d'une société privée spécialisée, à recruter sur appel d'offre; 2) des groupes de travail communautaires de volontaires ou de personnes reconverties de l'orpaillage, à créer au moment de campagnes de communication.</p> <p>Il faut s'assurer que les équipes soit composées, d'une part de professionnels de l'environnement, de techniciens spécialisés, d'ingénieurs en hydraulique, et d'autre part, de travailleurs locaux formés aux techniques de nettoyage et de restauration. Les deux équipes pouvant travailler en synergie. Elles seraient chargées de retirer physiquement les déchets, les sédiments et les eaux contaminés, de restaurer les berges érodées et de replanter la végétation native. Elles utiliseraient des équipements spécialisés, notamment pour la société privée, pour le dragage et la décontamination de l'eau et des sols.</p> <p>Parmi les objectifs, il y aurait : la restauration des berges, la réhabilitation de l'habitat aquatique et le plus dangereux et difficile, le nettoyage des polluants.</p> <p>La priorité serait donnée à des méthodes respectueuses de l'environnement, comme l'utilisation de bio-</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>barrières pour filtrer les contaminants ou l'emploi de techniques de phytoremédiation pour absorber et éliminer les polluants via des plantes.</p> <p>La réussite de ce projet de réhabilitation dépendrait grandement de la collaboration internationale et partenariats avec des organisations internationales et des ONG, qui apporteraient un soutien financier et des ressources essentielles.</p>	
68	Renforcer l'utilisation des barres en remplacement du bois dans le soutènement	OUI	<p>Le remplacement des troncs d'arbre par du métal doit faire partie d'une campagne de sensibilisation / communication. Planifier des actions de sensibilisation, pour les orpailleurs, sur les bonnes pratiques d'exploitation et de traitement du minerai est une initiative cruciale pour promouvoir la responsabilité environnementale et la sécurité. Pour contribuer efficacement à la réalisation des objectifs de ce genre de campagne de sensibilisation, voici plusieurs actions clés à mettre en œuvre :</p> <p># Ateliers éducatifs : organisez des ateliers où les orpailleurs peuvent apprendre sur les impacts environnementaux de leur travail et sur les techniques d'extraction plus durables. Ces ateliers peuvent inclure des présentations, des démonstrations pratiques, et des discussions de groupe. Des vidéos projection montrant les bonnes et les mauvaises pratiques seraient un outil facile à comprendre pour la plupart des orpailleurs.</p> <p># Matériel éducatif : créez et distribuez des brochures, des dépliants, et des affiches qui illustrent les bonnes pratiques d'exploitation. Ce matériel doit être facile à comprendre et visuellement attrayant pour attirer l'attention. Il peut être aussi convenu d'acheter du matériel de démonstration, en modèle réduit ou grandeur nature.</p> <p># Campagnes de sensibilisation : lancez des campagnes de sensibilisation dans les communautés locales et les communautés d'orpailleurs pour sensibiliser à l'importance de l'exploitation artisanale responsable. Cela peut inclure des publicités dans les médias locaux, des événements communautaires, et des partenariats avec des écoles locales. D'ailleurs depuis longtemps, les États ont contribué à la réalisation de campagnes de sensibilisation qui étaient souvent des démonstrations de force, aboutissant à la fermeture des sites ou la confiscation de matériel.</p> <p># Formation pratique : offrez des formations pratiques sur le terrain pour montrer comment mettre en œuvre des techniques d'extraction plus sûres et plus écologiques. Cela peut inclure des démonstrations de l'utilisation d'équipements moins polluants ou des méthodes alternatives d'extraction. Des stages dans des endroits bien précis ou des campagnes itinérantes avec le matériel de démonstration (cf le point « Matériel éducatif ») servent à expliquer aux orpailleurs les grandes étapes de l'exploitation d'un gisement avec des manières artisanales respectueuses de l'environnement.</p> <p># Dialogue et collaboration : encouragez le dialogue entre les orpailleurs nationaux et non nationaux, les autorités (nationales et locales), la société civile (organisations pour l'environnement, pour la femme et l'enfant, ...) et les communautés affectées. Le partage d'expériences et de connaissances peut mener à de meilleures pratiques et à une compréhension mutuelle.</p> <p># Suivi et évaluation : mettez en place un système pour suivre et évaluer l'efficacité de ces activités de sensibilisation. Cela peut aider l'Administration (ministères en charge des mines, de l'environnement, de l'eau) à adapter les stratégies en fonction des besoins et des réactions des orpailleurs.</p> <p># Programmes de certification : encouragez la participation à des programmes de certification qui récompensent les bonnes pratiques d'exploitation. Cela peut servir d'incitation pour adopter des</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			méthodes plus durables. Dans le passé, il y a déjà eu des initiatives dans ce sens, dès 2015, avec un programme de sensibilisation de l'ONUDI, appelé « Or équitable » qui a existé au Sénégal et au Mali (ce point est mentionné ailleurs dans ce tableau).	
69	Promouvoir l'utilisation des EPI (équipements de protection individuelles)	OUI	La promotion de l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI) pour les orpailleurs est un objectif pertinent à inclure dans les campagnes de sensibilisation / communication. Les EPI sont essentielles pour assurer la sécurité et la santé des travailleurs dans les chantiers d'orpaillage qui peuvent présenter divers risques physiques, chimiques et environnementaux.	N/A
70	Sensibiliser les orpailleurs sur la gestion des déchets solides et liquides	OUI	Inclure la sensibilisation des orpailleurs à la gestion des déchets solides et liquides dans les campagnes de sensibilisation et de communication est essentiel, étant donné l'impact notable de l'orpaillage sur l'environnement, notamment en termes de pollution des sols et des eaux.	
71	Mettre en place des actions/fonds de dédommagement des populations impactées par l'orpaillage	OUI	Alors que l'exploitation minière artisanale de l'or continue de prospérer, elle engendre également des impacts significatifs sur les populations locales. Il faut donc se concentrer sur les stratégies et les fonds nécessaires pour indemniser et soutenir ces communautés affectées par l'orpaillage. Il serait donc opportun de réaliser des études qui montrent l'importance d'adopter des mesures compensatoires et de responsabilisation pour atténuer les effets environnementaux et sociaux de cette activité lucrative, mais souvent destructrice. Par exemple, la création d'un Fonds d'Appui aux Populations Impactées par l'Orpaillage (FAPIO) pourrait être intéressant pour les communautés riveraines de la Falémé. Les actions de ce fonds consisteraient à : 1/ faire une étude sur l'économie locale et les perspectives de reconversion (100 000 à 150 000 euros) ; 2/ financer des groupements d'intérêt économique ou des groupements de femmes (100 à 150 000 euros) ; 3/ mettre en place une équipe technique de suivi et d'accompagnement des bénéficiaires du fonds (100 000 euros). Total du fonds : 300 à 400 000 euros. Modalités de mobilisation du fonds : 1/ contribution des Etats de l'OMVS ; 2/ recherche de bailleurs internationaux ; 3/ apports personnels des bénéficiaires (mise à disposition de parcelles de cultures...).	N/A
72	Réaliser une étude sur l'infiltration du Hg et CN dans les eaux souterraines	OUI	L'élaboration d'une étude détaillée sur l'infiltration du mercure (Hg) et du cyanure (CN) dans les eaux souterraines représenterait une démarche cruciale et pertinente pour plusieurs raisons. Ces substances, presque toujours utilisées par les orpailleurs, présentent des risques significatifs pour l'environnement et la santé publique, en particulier à cause du risque de contamination des ressources en eau. # Évaluation des risques environnementaux et sanitaires : une étude sur l'infiltration de Hg et CN permettrait de déterminer dans quelle mesure ces substances toxiques peuvent affecter les eaux souterraines. Cette évaluation est essentielle pour comprendre les risques environnementaux et sanitaires associés, notamment pour les communautés locales qui dépendent de ces sources d'eau	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>pour leur consommation et leurs activités agricoles.</p> <p># Identification des voies d'infiltration : l'étude aiderait à identifier les chemins par lesquels le Hg et le CN peuvent s'infiltrer dans les eaux souterraines, que ce soit à travers des fuites dans les bassins de rétention, des déversements accidentels, ou des processus de lessivage par les eaux de ruissellement. Comprendre ces mécanismes est vital pour développer des stratégies efficaces de prévention de la contamination.</p> <p># Mesures de protection et de remédiation : les résultats de l'étude pourraient guider la mise en place de mesures de protection et de remédiation pour prévenir ou minimiser la contamination des eaux souterraines. Cela pourrait inclure l'amélioration des pratiques de traitement des minerais aurifères, l'amélioration des pratiques de gestion des déchets, le renforcement des systèmes de confinement, et le développement de techniques de traitement des eaux contaminées.</p> <p># Conformité réglementaire : une telle étude permettrait également de s'assurer que les opérations minières respectent les normes environnementales en vigueur, contribuant ainsi à la responsabilité sociale des orpailleurs / EMAPE ou des entreprises minières et à la protection de l'environnement.</p> <p># Information et sensibilisation : enfin, les résultats de l'étude seraient une source précieuse d'information pour les décideurs, les organismes de réglementation, et le public. Cela renforcerait la sensibilisation aux impacts de l'exploitation minière sur les ressources en eau et contribuerait à la prise de décisions éclairées concernant la gestion et la surveillance des activités minières. Dans ce tableau, la notion de campagnes de communication / sensibilisation revient plusieurs fois ; ce point sur Hg et CN en fera évidemment partie.</p> <p>En résumé, une étude sur l'infiltration de Hg et CN dans les eaux souterraines est non seulement pertinente, mais également nécessaire pour protéger les écosystèmes, la santé publique, et pour assurer une exploitation minière durable et responsable.</p>	
73	Identifier les types d'EMAPE dont il faut s'occuper en priorité	OUI	En priorité, il faut s'occuper des grosses machines du type dragues ou pontons flottants avec pelleuse. Puis, des petites dragues, dites "artisanales". Ces engins sont très faciles à détecter sur la rivière.	N/A
74	Interdire les activités d'orpaillage et réduire la présence d'orpailleurs étrangers	OUI	Conformément au Plans nationaux d'Action de Minamata, il s'agit d'interdire formellement les pires pratiques délétères, en adoptant un instrument juridique visant à les éliminer, à savoir, d'une part, la combustion ("le brûlage") d'amalgames ou d'amalgames transformés à l'air libre, dans les zones résidentielles, et, d'autre part, la lixiviation au cyanure de sédiments, minerais ou résidus miniers ("tailings") auxquels du mercure aura été ajouté, sans l'éliminer au préalable. Il s'agit aussi d'encadrer les activités d'orpaillage et d'organiser les conditions dans lesquelles les orpailleurs étrangers pourront s'installer.	N/A
75	Créer une zone de préservation où l'orpaillage serait interdit	OUI	Les couloirs d'orpaillage répondent déjà à cette problématique de préservation de certains endroits en allouant des zones spécifiques dans lesquelles les orpailleurs étaient habilités à travailler muni d'un titre spécifique délivré par le ministère en charge des Mines. Le problème est que lorsque la ressource se fait rare, les orpailleurs sortent de ces couloirs pour aller exploiter là où ils trouvent davantage d'or.	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
76	Appuyer la conversion des orpailleurs vers d'autres activités génératrices de revenus, notamment à travers un plan de développement stratégique pour la revitalisation de la région	OUI	Il y aurait urgence à réaliser des études approfondies comme préalable essentiel à la conversion des activités des orpailleurs. L'objectif serait effectivement de développer un plan de développement stratégique robuste pour la revitalisation économique des régions impactées par l'orpaillage. En se concentrant sur l'identification d'alternatives viables génératrices de revenus, ces recherches viseraient à établir une fondation solide pour la transition vers des activités plus durables et bénéfiques pour les communautés locales. En termes d'actions : 1/ accompagnement des Etats pour une meilleure organisation du secteur orpaillage (formalisation et délimitation des sites) ; 2/ appui technique aux orpailleurs pour une production d'or propre ; 3/ certification de l'or produit sans mercure, ni cyanure ; 4/ financement des alternatives à l'orpaillage (agriculture, élevage, tourisme). Financement estimatif global : 300 000 euros.	N/A
77	Renforcer les interventions politiques sur le sujet avant les actions techniques	OUI	- Sensibiliser les populations riveraines sur les méfaits de l'EMAPE d'or sans encadrement ; - Organiser des activités culturelles pour expliquer la dangerosité de l'orpaillage illégal ; - Revaloriser les activités liées à la pêche, après que les MES auront disparu ; - Prendre des arrêtés interdisant l'EMAPE d'or dans certaines zones.	N/A
78	Renforcer l'intervention et la collaboration des forces armées	OUI	Dans le cadre de la lutte contre le trafic de bois transfrontalier, les Forces de Défense et de Sécurité ont été impliquées. Il s'agit aussi pour sauver la Falémé de mettre à contribution ces mêmes autorités pour lutter contre la pollution des eaux de la Falémé conformément aux dispositions de la Charte des Eaux du Fleuve Sénégal et à ses textes d'application en activant les dispositions relatives à la police de l'eau.	N/A
79	Mettre en place des actions « drastiques » en attendant l'observation des résultats apportés par les propositions du rapport.	OUI	En tout premier lieu, interdire l'extraction par dragage dans le lit vif de la Falémé, et aussi, interdire l'usage du mercure au niveau du minerai tout venant (c.à.d. un minerai qui n'a pas été préconcentré), notamment en élaborant une résolution de l'OMVS ou une Directive communautaire.	N/A
83	Renforcer les actions de sensibilisation des population impactés et des preneurs de décision en allant jusqu'au plus hauts niveaux, notamment à travers un sommet des chefs d'état	OUI	Il peut être opportun de renforcer les campagnes de sensibilisation auprès des populations impactées, mais aussi auprès des décideurs, en ciblant des niveaux décisionnels élevés, y compris les Chefs d'État, pour débattre et mettre en œuvre des stratégies efficaces de sensibilisation et d'action face aux défis posés par l'orpaillage. A un niveau décisionnel plus proche du terrain et dans le cadre des efforts continus des états pour améliorer l'engagement communautaire et la diffusion d'informations pertinentes, leurs services, accompagnés d'ONG, pourraient initier une caravane de sensibilisation. Cette initiative itinérante, qui cible principalement des régions peu accessibles, aurait pour objectif principal la sensibilisation et l'éducation d'abord des orpailleurs, mais aussi des communautés riveraines, sur différents thèmes spécifiques, par exemple, les bonnes pratiques en orpaillage, la nécessité d'adhérer à des groupements d'orpailleurs, la santé publique, l'éducation environnementale, la sécurité, etc. La mobilité de cette caravane permettrait d'atteindre diverses communautés, en adaptant les interventions aux besoins	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REponses ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>locaux spécifiques. Les activités proposées, incluant la distribution gratuite de matériel informatique, des ateliers interactifs, et des présentations (vidéoprojections, scénettes de théâtre en langue locale), seraient conçues pour maximiser l'engagement et la compréhension des sujets abordés. En impliquant activement les communautés locales, on viserait non seulement à disséminer de l'information, mais également à écouter et intégrer les retours et les préoccupations des populations rencontrées, devant l'invasion des orpailleurs sur leurs terres. Cette approche viserait à instaurer un changement durable au sein des communautés, en termes de comportements, attitudes et connaissances relatives aux thèmes de la caravane. L'engagement des états, de leurs services et de la société civile dans cette initiative reflèterait la détermination de tous à promouvoir le bien-être et l'information au sein des communautés touchées par la pollution de la Falémé, causée par une exploitation irrationnelle et sauvage de l'or.</p> <p>Ci-après, des propositions d'actions (liste non exhaustive) à envisager : - élaborer un plan de communication sur les impacts liés à l'orpaillage ; - organiser une caravane nationale avec comme cible l'orpaillage dans la Falémé ; - rencontres thématiques sur l'orpaillage (cyanure ; mercure ; impacts économiques ; impacts sociaux ; l'école dans les sites d'orpaillage...) ; - faire passer des communiqués à travers les radios communautaires...</p> <p>Prévoir un budget global de 300 000 euros pour l'ensemble de ces activités de communication / sensibilisation au Mali et au Sénégal.</p>	
RECOMMANDATIONS EN LIEN AVEC L'ETUDE ET SON RAPPORT				
81	Eviter la création de la DECO en réallouant ses responsabilités à la DEDD de l'OMVS	OUI	Conformément aux souhaits de l'OMVS, la DECO a été remplacée par la DEDD dont les prérogatives sur l'orpaillage devront être renforcées par un Service en charge de l'Orpaillage (SOR).	N/A
82	Intégrer les administrations de l'environnement, des mines, de la santé, de l'eau et des collectivités locales ainsi que la société civile dans les prises de décision à travers des points focaux et des suppléants	OUI	Dans le cadre de l'atelier, une intégration des administrations de l'environnement, des mines, de la santé, de l'eau, des collectivités locales, ainsi que de la société civile dans les processus de prise de décision est suggérée, en utilisant des points focaux et des suppléants. Dans cette perspective, nous proposons une approche centrée sur la communication. La planification de réunions ou d'ateliers biannuels avec l'OMVS et toutes les parties prenantes est recommandée, avec des objectifs clairement définis en amont. Ces sessions seront l'opportunité de discuter et d'ajuster ces objectifs, tout en facilitant un dialogue constructif entre les différents acteurs. Cette méthode vise à garantir une coordination efficace et une prise de décision collective qui prend en compte les différentes perspectives et expertises des parties impliquées.	N/A
84	Créer une « Brigade mixte » ou une « force opérationnelle » au sein de l'OMVS pour le contrôle des activités de l'orpaillage	OUI	Dans le cadre de la gestion et du contrôle des activités d'orpaillage artisanal dans la région transfrontière de la Falémé, il est vivement souhaitable de créer une unité spéciale, désignée sous le nom de « Brigade Mixte » ou « Force Opérationnelle ». Cette unité aura pour mission principale la régulation et le suivi des activités d'orpaillage, en particulier celles considérées comme illégales ou nuisibles pour l'environnement et les communautés locales.	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>L'objectif de cette force sera double. Premièrement, elle vise à coordonner les efforts de lutte contre l'orpaillage artisanal illicite, un enjeu crucial pour la préservation des écosystèmes fluviaux et terrestres dans les régions concernées. Deuxièmement, cette brigade assurera une collaboration étroite entre les États membres de l'OMVS, notamment le Mali et le Sénégal, afin de renforcer les capacités régionales de surveillance et d'intervention.</p> <p>L'approche sera multidisciplinaire, impliquant des experts en environnement, des agents de sécurité, ainsi que des spécialistes en législation minière. Cette synergie entre les différents acteurs permettra une gestion plus efficace et une meilleure compréhension des dynamiques locales, essentielles pour lutter contre les pratiques d'orpaillage illégal.</p> <p>Cette initiative souligne l'engagement des États membres de l'OMVS à promouvoir une gestion durable des ressources naturelles et à protéger les intérêts économiques et environnementaux de la région. La Brigade Mixte, de par sa nature coopérative et intégrée, marquera une avancée importante vers l'atteinte des objectifs fixés. Concernant la supervision de cette entité, un dialogue approfondi entre les parties prenantes est essentiel, car sa gestion implique, au-delà de l'OMVS, la collaboration de diverses administrations. La détermination de la structure de tutelle doit tenir compte de l'équilibre des intérêts régionaux et nationaux, ainsi que de l'efficacité opérationnelle. Cette coordination inter-administrative sera cruciale pour garantir l'efficacité et la légitimité de la Brigade dans ses efforts de régulation et de contrôle de l'orpaillage artisanal.</p>	
85	Renforcer les laboratoires nationaux qui existent déjà au lieu de créer d'autres laboratoires (les stations chimiques), proposer des actions de redynamisation du réseau de collaboration existant	NON	<p>Comme souligné lors de l'atelier, le terme « station chimique » (SC) couvre un concept aux multiples facettes. L'appellation peut prêter à confusion, laissant penser à des installations comparables à de grands laboratoires, tels que ceux de Dakar ou Bamako. Cependant, cette perception est erronée. Les stations chimiques, en réalité, remplissent une double fonction : certes, elles traitent le minerai pour les orpailleurs mais elles devront aussi assurer le suivi intermittent de la qualité des eaux de la Falémé. Chaque SC est dotée d'un technicien chimiste qui, tout en analysant les effluents miniers, sera tout aussi bien qualifié pour mesurer la qualité des eaux et sédiments de la Falémé. Bien sûr, l'interprétation de ces mesures sera confiée à un ingénieur spécialisé, qui pourrait appartenir à la DEED ou à un ministère de l'eau ou de l'environnement. Il supervisera le travail du technicien, via le rapport mensuel de ce dernier. Par ailleurs, un suivi régulier pourra aussi être mis en place avec l'aide des chefs de village le long de la Falémé, qui désigneront une personne pour réaliser des tests de sédimentation simples, comme décrit durant l'atelier (bouteille en plastique transparent et une petite règle, cf R2, p.471, §1.2.2).</p> <p>La présence d'un technicien sur le site pour effectuer des mesures présente l'avantage majeur de contourner les défis associés au transport des échantillons de terrain vers les laboratoires. Cette proximité est cruciale, car plusieurs éléments chimiques, le mercure en particulier, sont très sensibles aux conditions de stockage et peuvent être affectés durant le transit. Un intervalle réduit entre le prélèvement et l'analyse garantit ainsi la fiabilité des mesures. De plus, cette disposition minimise les coûts liés aux déplacements et améliore significativement la capacité de réponse rapide face à d'éventuels incidents chimiques affectant les eaux de la Falémé.</p>	R2, p.442, tab. 87, liste des labos. R2, p.456, tab.92, Acteurs impliqués.

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
86	Intégrer les stations chimiques dans le programme de suivi de la qualité de l'eau déjà existant, étendre leur périmètre (au-delà de Bakel au Sénégal) et leur responsabilités (faune et flore), notamment à travers des rapports annuels.	NON	La position de la Station chimique est abordée au point n°85 (colonne ID). Vous proposez d'intégrer les Stations chimiques dans le programme existant de surveillance de la qualité de l'eau et d'élargir leur champ d'action au-delà des limites initialement définies, en incluant des responsabilités additionnelles telles que la surveillance de la faune et de la flore, avec des rapports annuels. Toutefois, cette extension pourrait compromettre l'objectif premier des stations chimiques, qui est de traiter les minerais des orpailleurs tout en contrôlant la qualité des effluents et des eaux. Dans cette optique, l'utilisation d'un outil polyvalent dans le domaine environnemental ne semble pas être la solution la plus efficace. Il est préférable d'avoir des outils dédiés à chaque tâche spécifique et de laisser aux services de l'État la responsabilité de coordonner ces différentes actions. Cette approche est particulièrement pertinente dans le contexte de la zone orpaillée le long de la Falémé où la pollution due à l'activité d'orpaillage est une préoccupation majeure. Bien qu'un réseau de surveillance de la qualité de l'eau existe déjà, jusqu'à présent son efficacité est limitée, notamment dans l'analyse de métaux lourds comme le mercure. Par conséquent, il est crucial de maintenir la focalisation des Stations chimiques sur leur rôle essentiel de traitement des minerais et de surveillance spécifique, tout en renforçant parallèlement le réseau existant pour une surveillance environnementale plus large et plus efficace.	N/A
87	Créer des titres miniers pour l'orpaillage permettant aux détenteurs de bénéficier des services des stations chimiques	OUI	Selon la pratique administrative courante, une taxe (titre minier) est généralement imposée à ceux qui génèrent des revenus de leur activité professionnelle. Cependant, dans le cas du secteur informel (orpailleurs), cette approche s'avère complexe en raison de la nature insaisissable de ce secteur et de la difficulté à engager sa participation. Les tentatives antérieures d'instaurer des titres miniers payants pour les orpailleurs dans d'autres pays n'ont pas connu de succès notable après quelques années. Par conséquent, il serait judicieux de proposer initialement aux orpailleurs la gratuité d'accès à la Station chimique (SC). Cette approche pourrait évoluer vers un modèle payant à moyen terme, à condition que les orpailleurs constatent des avantages tangibles dans la première phase de ce dispositif.	N/A
88	Remplacer l'orpaillage par des exploitations industrielles compte tenu des teneurs élevées	NON	ça semble non réalisable pour les raisons suivantes : - les orpailleurs écrèment (ils prennent la partie la plus riche) du gisement qui n'a pas fait l'objet d'étude de ressources/réserves minières. Après leur passage (écrémage), la rentabilité du gisement est généralement compromise pour un éventuel repreneur (société minière junior); - au vu de la crise socio-économique, le remplacement des orpailleurs par des exploitations industrielles va engendrer des risques de tension entre eux et les industriels. D'ailleurs, les industriels cèdent souvent la partie la plus pauvre de leur gisement aux orpailleurs pour diminuer ces tensions.	N/A
89	Accélérer la mise en place du barrage de Gourbassi pour éradiquer l'orpaillage dans la Falémé	NON	Cette interrogation relève de la compétence de l'OMVS et devrait être abordée lors d'une réunion dédiée. La réalisation d'une étude d'impact environnemental et social est indispensable et doit être initiée par l'entité qui financera la construction du barrage. Cette question est hors du champs de compétence des TDR, il n'est donc pas possible de se prononcer sur ce sujet sans une analyse approfondie et une discussion formelle avec les parties concernées.	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
90	Proposer de stations chimiques mobiles	OUI	Dans le plan d'actions sur les "Stations chimiques", on peut proposer d'étudier la faisabilité d'investir dans des stations chimiques mobiles.	
91	Mettre en place des comités de suivi régionaux, supervisés par les gouverneurs et intégrant les groupements des orpailleurs	OUI	Dans la section du plan d'actions dédiée au groupement des orpailleurs, il faut d'ajouter des mesures visant à renforcer les interactions entre les Groupements d'Intérêt (GI) et la société civile, en particulier en facilitant des échanges constructifs avec le(s) Comité(s) de suivi pour l'environnement de la Falémé.	N/A
OBSERVATIONS ET QUESTIONS				
93	Clarifier le terme « responsables » dans « GI des orpailleurs responsables »	OUI	La réponse est dans le rapport R2, p.467, § 1.1.2.3 : définition de l'orpaillage responsable et durable.	R2, p.467, § 1.1.2.3 : définition de l'orpaillage responsable et durable.
94	Mise de la DECO sous tutelle des gouvernements des Etats et non de l'OMVS	NON	<p>L'OMVS est une structure internationale qui gère les frontières de 4 pays. Sa position particulière lui offre de multiples bénéfices dans la gestion des enjeux écologiques associés à un fleuve transfrontalier, la Falémé. Ceci est en contraste avec les administrations dédiées de chaque État membre, qui peuvent manquer de cette perspective holistique et qui n'ont pas de relais sur place (comme les cellules nationales de l'OMVS).</p> <p>Les justifications pour lesquelles la Direction de l'Environnement et du Développement Durable (OMVS / DEDD) serait la structure optimale pour combattre efficacement les conséquences de l'orpaillage / EMAPE dans la Falémé sont présentées ici. Cette efficacité serait accrue en la renforçant avec l'ajout d'un service spécifiquement consacré à l'orpaillage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - vue d'ensemble et coordination transfrontalière : l'OMVS, en tant qu'organisation internationale, possède une vue d'ensemble sur l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal. Cette perspective permet une meilleure coordination des efforts de conservation et de gestion de l'eau entre les pays concernés, garantissant que les actions entreprises dans un pays ne nuisent pas aux intérêts des autres pays riverains ; - uniformité des politiques et des pratiques : l'OMVS peut élaborer et mettre en œuvre des politiques et des pratiques uniformes pour la gestion environnementale du fleuve. Cela est essentiel pour traiter efficacement les problèmes qui ne connaissent pas de frontières, comme la pollution de l'eau et la conservation des écosystèmes aquatiques ; - résolution de conflits et coopération : en tant qu'entité supranationale, l'OMVS est mieux placée pour arbitrer et résoudre les conflits entre les pays membres concernant l'utilisation des ressources en eau. Elle facilite la coopération et assure que les décisions prises sont dans l'intérêt de tous les pays membres ; - mobilisation des ressources et expertise internationale : l'OMVS a la capacité de mobiliser des ressources et une expertise internationale, ce qui serait plus difficile pour des administrations nationales 	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPNSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>agissant seules. Elle peut ainsi accéder à des financements, des technologies et des connaissances qui sont essentiels pour gérer efficacement les défis environnementaux du fleuve ;</p> <p>- suivi et évaluation cohérents : l'OMVS peut mettre en place des systèmes de suivi et d'évaluation cohérents pour surveiller la santé écologique du fleuve. Cette approche intégrée est cruciale pour évaluer l'impact des actions environnementales et ajuster les stratégies en conséquence.</p> <p>En résumé, la gestion des problèmes environnementaux de la Falémé par une structure internationale comme la DEDD / OMVS permet une approche plus holistique, coordonnée et efficace que celle qui pourrait être réalisée par des administrations nationales agissant de manière isolée.</p>	
95	Aligner les propositions avec les stratégies déjà en place dans les pays	OUI	Il convient d'établir une situation sur les stratégies et politiques nationales en matière de gestion de l'exploitation minière artisanale et semi-mécanisée de façon régulière dans les deux pays et d'observer l'évolution de la situation par rapport aux différents plans d'actions établis. Cette tâche incombe aux autorités compétentes des deux pays ainsi que l'OMVS.	N/A
96	Pour quelle raison les activités des investisseurs d'origine chinoise ne sont pas prises en considération ?	NON	Les activités des investisseurs d'origine chinoise sont prises en considération aux pages suivantes du rapport R2 : R2, p.101, §3.3.3. /R2, p.119, §3.8.1.3 - Le dragage / R2, p.121, §3.8.2.2 - Concassage et broyage / R2, p.316, §3.2.1 (matériel) / R2, p.439, §1.1.3 (dragage) / R2, p.454, tab.91 (dragage).	R2, chap.1, p.101, §3.3.3. R2, chap.1, p.119, §3.8.1.3 - Le dragage R2, p.121, §3.8.2.2 - Concassage et broyage R2, p.316, §3.2.1 (matériel) R2, p.439, §1.1.3 (dragage) R2, p.454, tab.91 (dragage)
97	Quelle serait l'utilité de stations chimiques face à des orpailleurs en déplacement constant ?	OUI	<p>Question rhétorique : c'est un cours d'eau (non stagnante), c'est donc un réseau qui par définition couvre toute la zone, quelque soit la zone de pollution. C'est un réseau d'observations mobiles. On peut détecter une pollution où qu'on se trouve, si les orpailleurs sont en amont.</p> <p>Si station mobile roulante, il faut plusieurs camions ou un camion qui roule très souvent (donc ça a un coût) pour couvrir toute la zone.</p> <p>Zone SMSK et zones proches de l'eau (de préférence pour orpailleurs). Si nécessaire, ils se déplacent, cf. CHAMI en Mauritanie.</p>	R2, chap.3, p.437, carte figure 139.
98	Quelle(s) administration(s) devra(-ont) s'occuper du fonctionnement des stations chimiques ?	OUI	Dans le schéma que nous proposons il faut distinguer d'une part le fonctionnement des stations chimiques (SC) et d'autre part leur suivi. Le fonctionnement se concentre sur la réalisation des tâches quotidiennes et le maintien des opérations, tandis que le suivi vise à évaluer, ajuster et améliorer ces opérations sur le long terme. Comme souhaité lors de la visioconférence préliminaire à la tenue de	R2, chap.3 p.445 à 451, §1.2

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPOSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			<p>l'atelier en plénière, l'application aux SC du modèle de fonctionnement de la structure de CHAMI, en Mauritanie, est idéal. C'est un investisseur privé qui est responsable de la SC, ainsi les États et l'OMVS se déchargent de la responsabilité du fonctionnement, à eux leur reviennent la responsabilité du suivi des SC sur base des rapports périodiques que l'investisseur devra leur adresser.</p> <p>Cette question est devenue obsolète car lors de l'atelier, le Consultant n'a pas eu le temps de présenter le cas de CHAMI (qu'il avait prévu de présenter à la fin de sa vidéo projection), mais les débats ont été raccourcis. Il se trouve maintenant que c'est la solution CHAMI qui sera présentée dans le rapport final, or dans ce cas, le fonctionnement quotidien des stations chimiques est assuré par un investisseur privé, et non par des administrations publiques.</p> <p>Ainsi donc, le suivi consistera uniquement en un suivi à distance, sur base déclarative périodique de l'investisseur privé, comme cela se fait déjà au Sénégal et au Mali pour n'importe quel opérateur minier. Le suivi à distance des stations chimiques implique la réception et l'analyse de rapports périodiques envoyés par l'investisseur privé, en utilisant des technologies de communication. Cette méthode permet une surveillance efficace sans présence physique sur le site, mais repose sur la précision et l'honnêteté des informations fournies, nécessitant parfois des mesures de vérification supplémentaires. Pour garantir ce suivi de qualité, il serait opportun que les administrations qui en aurait la responsabilité soit les ministères en charge des mines, de l'eau, de l'environnement et leurs services décentralisés.</p>	
99	Dans le cas où les SC sont mises en place, qu'advient-il de leurs effluents et déchets ?	OUI	<p># Traitement des effluents : les effluents liquides produits par les stations chimiques doivent être traités pour éliminer ou réduire les substances nocives avant leur rejet dans l'environnement. Cela peut impliquer des processus tels que la neutralisation, la filtration, et d'autres méthodes de traitement chimique et physique.</p> <p># Stockage des déchets miniers : les déchets miniers (tailings), souvent sous forme de boues, doivent être stockés de manière sécurisée. Les méthodes courantes incluent le stockage dans des bassins de retenue spécialement conçus pour prévenir les fuites et contaminations, ou le stockage à sec où les déchets sont solidifiés et stockés en tas.</p>	R2, chap.4, p.468 et p.469 (recyclage déchets)
100	Est-ce que les SC viendraient appuyer les laboratoires nationaux dans leurs analyses ?	OUI	Conformément au modèle établi pour le site minéralurgique de CHAMI (Mauritanie), une fois que l'investisseur privé est le seul responsable du fonctionnement du site de traitement des minerais des orpailleurs (site que nous avons baptisé dans ce projet : « Stations Chimiques » ou SC), il a le choix de collaborer ou non avec les laboratoires nationaux. Par ailleurs, ces derniers pourraient être sollicités par leur administration de tutelle pour réaliser des contrôles au sein des SC, dans le cadre d'opérations de suivi. Cette approche est similaire à celle adoptée pour n'importe quels autres opérateurs miniers et montrerait bien la volonté des États à formaliser le secteur de l'orpaillage.	R2, chap.3, p.442, Tab. 87 - liste des labos R2, chap.3, p.456, Tab.92 - acteurs impliqués
101	Est-ce que les analyses se feraient directement dans les SC ou bien les échantillons seront amenés aux laboratoires nationaux ? Que fait-on pour les cas d'analyses urgentes ?	OUI	Pour simplifier le système et éviter la mise en place d'opérateurs en cascade, la solution la plus directe est souvent la meilleure. Ainsi, selon la convention qu'il signera avec le ministère en charge des mines, l'investisseur privé, propriétaire des SC, sera entièrement responsable des analyses effectuées sur son site minéralurgique et dans la région de la Falémé qui reste à définir avec lui. Comme le précise le rapport R2, chapitre 3, page 442, paragraphe 1.1.3.4, la SC sera équipée d'un appareil portable à	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
			fluorescence X (XRF) pour les analyses in situ d'eau et de sédiment. Pour des mesures plus fines ou des contrôles supplémentaires, un appareil de paillasse (plus onéreux) pourrait également être utilisé.	
102	Peut-on améliorer les tableau n° 93 en rajoutant une colonne donnant la responsabilité de l'action ?	OUI	Acté dans le tableau n°93 du rapport provisoire final R2.	
QUESTIONS ET OBSERVATIONS DU LNE (RÇUES APRES L'ATELIER PAR ECRIT)				
104	<p>FICHES DES CONDITIONS DE TERRAIN POUR L'ANALYSE DES EAUX DE PROFONDEUR (PUITS & FORAGES) AU SÉNÉGAL</p> <p>p.102 : FICHE 2 – BOTO</p> <p>Comment les villageois font pour s'approvisionner en eau de consommation ? Comment avez-vous eu l'échantillon d'eau ?</p> <p>p.132 : FICHE 2 – BOTO (fleuve)</p> <p>Pourquoi pas de prélèvement pour les eaux de forages ou puits ?</p>	OUI	<p>A Boto, les villageois n'ont ni puits, ni forage. Ils s'approvisionnent en eau potable dans une petite source proche du village.</p> <p>Le seul échantillon d'eau prélevé a été pris dans la rivière Falémé.</p>	N/A
105	<p>FICHES DES MESURES PHYSICO-CHIMIQUES DE TERRAIN – ANALYSE DES EAUX SUPERFICIELLES & DE PROFONDEUR AU SÉNÉGAL.</p> <p>p 131 : FICHE 1 - GUEMEDJI</p> <p>Quelle est la profondeur de ce forage dans la mesure où les valeurs des pH et des conductivités sont presque proches ?</p>	OUI	Ce sont les valeurs algébriques qui sont proches, mais les unités sont différentes. Le forage se trouve dans le campement des militaires trouvé sur place et la valeur -70 m nous avait été donnée par le responsable du camp.	N/A
106	<p>p133 : FICHE 3 – SATADOUGOU BAFE</p> <p>Château</p> <p>Idem pH et CE ?</p>	OUI	CE = conductivité électrique	N/A
107	<p>p134 : FICHE 6 – SANSELA (Garaboureya)</p>	OUI	<p>Même réponse ci-dessus.</p> <p>EP = eaux profondes</p>	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPNSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
	Idem également pH et CE ? p135 : C'est quoi EP ? La valeur de la conductivité est manquante, pourquoi ?		Il n'y a pas de données manquantes. Les valeurs de conductivité pour les eaux de surface et profondes sont les suivantes pour la station de Garabourey (SANSELA) ES : CE = 4.01 microsiemens/cm EP: CE = 32.3 microsiemens/cm	
108	p138 : FICHE 16 - SEKOTO A vérifier : 77,8 unité pH ?	OUI	A corriger en 7,8	N/A
109	p140 : FICHE 19 - DOUNDE Expliquer pourquoi les mesures de terrain sont faites dans un seau ?	OUI	L'eau est récupérée dans un seau en plastique pour être mesurée avec la sonde multiparamètres. Le seau est lavé 3 fois avec l'eau fleuve ou du forage avant la mesure qui est faite immédiatement.	N/A
110	p290 : FICHE 1 : FICHE DES CONDITIONS DE TERRAIN POUR L'ANALYSE DES EAUX DE PROFONDEUR (PUITS & FORAGES) AU MALI - Fadougou Hydrologie : 20 cm --> pas compris ?	OUI	Il est écrit 20m et non pas 20cm, ce qui correspond à la profondeur de l'eau.	N/A
111	p292 : FICHE 2 : FICHE DES CONDITIONS DE TERRAIN POUR L'ANALYSE DES EAUX DE PUIITS & FORAGES - Dioulafoundou Quelles étaient les caractéristiques du seau, plastique, métal ou inox ?	OUI	Cf. le rapport final provisoire R2 – texte, § 1.1 - Méthodologie d'échantillonnage Le seau est en plastique.	N/A
112	p299 : FICHE 5 : FICHE DES CONDITIONS DE TERRAIN POUR L'ANALYSE DES EAUX DE PUIITS & FORAGES - Naye Quelles sont les spécialités des préleveurs ?	OUI	Cf. le rapport de démarrage R1, Tableau 1 : Liste du personnel SOFRECO	N/A
113	p271 : ANNEXE 15 : MALI - DONNÉES DE TERRAIN : LES FICHES 1- Les données météo et l'enquête socio-économique n'ont pas été		1- L'échantillonnage s'est déroulé par temps sec et ensoleillé pour tous les sites du côté du Mali 2- Tableau « Eaux de surface » ou ES et « Sédiment » ou S (proche de la rive droite de la rivière Falémé) Cf. les récapitulatifs dans le rapport R2, Tableaux 55, 56, 57 p331 et 332	N/A

ID	RESUME DES OBSERVATIONS	RECEVABILITE	REPONSES ET TRAITEMENT	REFERENCES DANS LES RAPPORTS
	faites côté Malien, quelles en sont les raisons ? 2- Il n'existe pas un tableau récapitulatif des données GPS ?			
114	<p>p302 : ANNEXE 16 : MALI - TABLEAU DES ANALYSES CHIMIQUES DANS LA RIVIERE FALÉMÉ</p> <p>1- Dans le rapport "annexé" je n'ai pas vu le nombre total des échantillons des eaux de surface, les eaux profondes (forage ? puits ?) et le nombre total des échantillons sédiments.</p> <p>2- Les résultats des paramètres (physico-chimiques) mesurés sur le terrain ne sont pas mentionnés sur les différentes fiches de terrain qui sont dans le rapport. Quelles sont les raisons ?</p> <p>3- Quelles sont les références de l'appareil de mesure de terrain utilisé ?</p>	OUI	<p>Il s'agit pour cette mission de 36 échantillons réparties ainsi, pour des analyses multi-élémentaires, majeurs et traces.</p> <p>1) Les polluants à l'exception du mercure ES (eau superficielle) : 6 EP (eau profonde) : 6 S (sédiment) : 6 Mercure seul : ES : 6 EP : 6 S : 6</p> <p>2) Les mesures physico-chimiques de terrain au Mali sont bien indiquées dans le rapport R2.</p> <p>3) Les caractéristiques des sondes sont stipulées dans le rapport R2, chapitre 2, page 237, §1.4 « Méthodes d'analyse in situ »</p>	N/A