

TABLE DES MATIÈRES

4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE BASE	1
4.1 Composantes physiques	1
4.1.1 Climat.....	1
4.1.1.1 Généralités.....	1
4.1.1.2 Températures.....	1
4.1.1.3 Insolation	5
4.1.1.4 Précipitations	7
4.1.1.5 Évaporation potentielle et évapotranspiration potentielle	9
4.1.1.6 Humidité relative	10
4.1.1.7 Vents	11
4.1.1.8 Impacts des changements climatiques.....	15
4.1.2 Qualité de l'air	16
4.1.3 Niveau sonore ambiant	16
4.1.4 Sols.....	21
4.1.4.1 Morphologie et pédologie	21
4.1.4.2 Qualité des sols	21
4.1.4.3 Résultats.....	25
4.1.5 Hydrogéologie et eaux souterraines	30
4.1.5.1 Contexte hydrogéologique	30
4.1.5.2 Propriétés hydrogéologiques.....	35
4.1.5.3 Qualité des eaux souterraines	45
4.1.6 Hydrologie	60
4.1.6.1 Bassin versant de la Falémé.....	60
4.1.6.2 Caractéristiques générales des bassins versants de la Falémé	61
4.1.6.3 Analyse du régime hydrologique du bassin de la Falémé	66
4.1.6.4 Analyse des débits annuels et mensuels	66
4.1.6.5 Distribution statistique des débits annuels	67
4.1.6.6 Crues et étiages.....	67
4.1.6.7 Bilan hydrologique de la Falémé aux stations de Kidira, Goubassi et Fadougou.....	72
4.1.6.8 Ressources en eaux de surface disponibles sur la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, Goubassi et Fadougou.....	75
4.1.7 Qualité des eaux de surface	75
4.1.7.1 Méthodologie	75

4.1.7.2	Résultats et interprétation	77
4.1.8	Sédiments	78
4.1.8.1	Généralités	78
4.1.8.2	Approche méthodologique	83
4.1.8.3	Résultats	87
4.2	Composantes biologiques	91
4.2.1	Flore	91
4.2.1.1	Contexte régional	92
4.2.1.2	Zone d'étude	92
4.2.1.3	Approche méthodologique	92
4.2.1.4	Formations végétales	95
4.2.1.5	Espèces à statut particulier	102
4.2.1.6	Aires protégées et autres zones d'importance écologique	103
4.2.2	Habitat et faune aquatique	112
4.2.2.1	Généralités	112
4.2.2.2	Approche méthodologique	113
4.2.2.3	Habitat aquatique	115
4.2.2.4	Macro-invertébrés benthiques	118
4.2.2.5	Poissons	126
4.2.2.6	Description des principales espèces de poissons	131
4.2.2.7	Espèces à statut particulier	135
4.2.3	Faune terrestre	138
4.2.3.1	Reptiles et amphibiens	138
4.2.3.2	Oiseaux	140
4.2.3.3	Mammifères	147
4.2.4	Analyse des services écosystémiques	159
4.2.4.1	Généralités	159
4.2.4.2	Approche méthodologique	165
4.2.4.3	Résultats de l'analyse des services écosystémiques	166
4.3	Composantes socio-économiques	169
4.3.1	Contexte administratif	169
4.3.2	Portrait démographique et socio-économique	170
4.3.2.1	La Région de Kédougou	170
4.3.2.2	Le département de Saraya et les principales localités de la zone d'étude	173
4.3.2.3	Les principales localités de la zone d'influence directe des activités	174

4.3.2.4	Résultats d'enquête auprès des ménages de la zone d'étude	177
4.3.2.5	Résultats d'enquête auprès des orpailleurs de la zone d'étude	186
4.3.3	Occupation de l'espace et du sol.....	192
4.3.3.1	Gestion des terroirs villageois et responsabilités	193
4.3.3.2	Accès à la terre.....	193
4.3.3.3	Organisation de l'espace dans le village	194
4.3.4	Activités productives et moyens de subsistance des populations.....	194
4.3.4.1	Agriculture	194
4.3.4.2	Élevage	196
4.3.4.3	Orpillage	197
4.3.5	Infrastructures socio-économiques de base	202
4.3.5.1	Infrastructures éducatives	202
4.3.5.2	Infrastructures hydrauliques	203
4.3.5.3	Infrastructures socioreligieuses.....	205
4.3.5.4	Infrastructures commerciales et ateliers artisanaux.....	206
4.3.6	Santé et bien-être.....	207
4.3.6.1	Généralités.....	207
4.3.6.2	La région de Kédougou	207
4.3.6.3	Offre sanitaire et ressources humaines – RM de Kédougou	208
4.3.6.4	Statistiques de la santé - RM de Kédougou	210
4.3.6.5	Offre sanitaire et indicateurs-clés de santé sur la zone du projet minier Boto219	
4.3.7	Patrimoine archéologique	221
4.3.7.1	Généralités.....	221
4.3.7.2	État des recherches.....	222
4.3.7.3	Archéologie de la zone.....	222
4.3.7.4	Synthèse.....	225
4.3.8	Paysage.....	225

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1.1	Températures mesurées aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017).....	2
Tableau 4.1.2	Comparaison de l'insolation moyenne quotidienne aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017).....	6
Tableau 4.1.3	Insolations moyennes journalières et mensuelles à la station météorologique de Kédougou (1968-2005)	6

Tableau 4.1.4	Précipitations mensuelles médianes aux stations météorologiques de Kédougou et de Saraya et extrapolation pour le site de Boto	7
Tableau 4.1.5	Précipitations mensuelles mesurées aux stations météorologiques de Boto, de Kédougou et de Saraya (2016-2017)	8
Tableau 4.1.6	Récurrence des précipitations annuelles totales aux stations météorologique de Kédougou et de Saraya et extrapolation pour le site de Boto (1966-2015).....	9
Tableau 4.1.7	Évaporation potentielle et évapotranspiration potentielle (mm) à la station météorologique de Kédougou (1968-2005 et 1985-2014).....	10
Tableau 4.1.8	Humidité relative minimale, moyenne et maximale (%) à la station météorologique de Kédougou (1968-2005)	10
Tableau 4.1.9	Comparaison des valeurs d'humidité relative minimale, moyenne et maximale (%) aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017).....	11
Tableau 4.1.10	Vitesse (m/sec) et direction des vents à la station météorologique de Kédougou (1968-2005, 1985-2014, 2016 et 2017).....	12
Tableau 4.1.11	Rose des vents de la station de Boto (2016-2017)	13
Tableau 4.1.12	Vitesse moyenne des vents par mois et par direction à la station de Boto (2016-2017) ..	14
Tableau 4.1.13	Fréquence des vents par mois et par direction à la station de Boto (2016-2017)	14
Tableau 4.1.14	Concentrations mesurées à la station d'échantillonnage de la qualité de l'air ambiant ...	16
Tableau 4.1.15	Niveaux sonores ambiant dans les environs de Kouloumindé et de Guémedji	17
Tableau 4.1.16	Résultats des analyses réalisées dans le cadre du programme d'assurance de la qualité du programme de caractérisation de la qualité des sols	27
Tableau 4.1.17	Qualité des sols de surface de la zone d'étude.....	31
Tableau 4.1.18	Teneurs de fond pour les métaux et métalloïdes dans les sols de surface de la zone d'étude	33
Tableau 4.1.19	Caractéristiques des forages et des puits d'observation	37
Tableau 4.1.20	Conductivité hydraulique mesurée sur le site de Boto.....	41
Tableau 4.1.21	Qualité de l'eau souterraine dans les puits et forages d'approvisionnement (2015)	49
Tableau 4.1.22	Qualité de l'eau souterraine dans les puits et forages d'approvisionnement (2016)	51
Tableau 4.1.23	Qualité de l'eau souterraine dans les puits d'observation (2016).....	57
Tableau 4.1.24	Principales caractéristiques des bassins versants de la Falémé	61
Tableau 4.1.25	Caractéristiques des bases de données hydrologiques disponibles pour les stations hydrométriques de Kidira, Gourbassi et Fadougou village.....	66
Tableau 4.1.26	Statistiques des débits moyens mensuels de la rivière Falémé pour les stations hydrométriques de Kidira, Gourbassi et Fadougou (m ³ /s)	69
Tableau 4.1.27	Fréquence des débits (m ³ /s) de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou	69
Tableau 4.1.28	Volumes d'eaux écoulées aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou.....	72

Tableau 4.1.29	Volumes d'eaux écoulées annuellement à la station hydrométrique de Fadougou (1954-2010).....	73
Tableau 4.1.30	Débits mensuels moyens et extrêmes (m ³ /sec) de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou	75
Tableau 4.1.31	Volumes mensuels d'eaux disponibles sur la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou (m ³)	76
Tableau 4.1.32	Qualité des eaux de surface – Campagne de juin 2015.....	79
Tableau 4.1.33	Qualité des eaux de surface – Campagne de janvier 2016.....	81
Tableau 4.1.34	Résultats du contrôle de qualité des analyses des sédiments	87
Tableau 4.1.35	Qualité des sédiments d'eau douce prélevés dans les rivières Balinko et Falémé	89
Tableau 4.2.1	Superficies des formations végétales, des zones anthropiques et des cours d'eau présents à l'intérieur de la zone d'étude	99
Tableau 4.2.2	Liste des espèces floristiques à statut particulier recensées dans la zone d'étude	104
Tableau 4.2.3	Habitats prioritaires recensés au droit des infrastructures prévues pour le projet.....	111
Tableau 4.2.4	Stations d'inventaire du milieu aquatique.....	113
Tableau 4.2.5	Coefficient d'abondance relative utilisée selon le pourcentage de recouvrement par l'espèce de macrophytes	114
Tableau 4.2.6	Abondance de la végétation aquatique inventoriée en juillet 2015 (hautes eaux) et en décembre 2015 (décrue).....	117
Tableau 4.2.7	Richesse spécifique des communautés d'invertébrés benthiques répertoriées dans la zone d'étude en période de hautes eaux (juillet 2015) et de décrue (décembre 2015)..	119
Tableau 4.2.8	Abondance relative des espèces d'invertébrés benthiques répertoriées dans la zone d'étude en période de hautes eaux (juillet 2015) et de décrue (décembre 2015)	121
Tableau 4.2.9	Abondance relative des espèces d'insectes récoltées en période de crue (juillet 2015).	123
Tableau 4.2.10	Abondance relative des espèces d'insectes récoltées en période de décrue (décembre 2015)	124
Tableau 4.2.11	Richesse et abondance des communautés d'insectes des rivières échantillonnées en juillet 2015 (crue) et décembre 2015 (décrue) dans la zone d'étude	125
Tableau 4.2.12	Espèces de mollusques et crustacés récoltés dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des deux campagnes d'inventaires de juillet et décembre 2015	126
Tableau 4.2.13	Espèces de poissons capturées au cours des deux campagnes de pêches réalisées en juillet et décembre 2015 dans la zone d'étude	128
Tableau 4.2.14	Espèces de poissons capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé	129
Tableau 4.2.15	Rendement de pêche lors des deux inventaires réalisés lors de la période de crue (juillet 2015) et décrue (décembre 2015)	130
Tableau 4.2.16	Rendement de pêche pour les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires de juillet et décembre 2015	131
Tableau 4.2.17	Abondance relative et rendement de pêche des espèces de poissons capturées en période de crue (juillet 2015) et de décrue (novembre 2015)	132

Tableau 4.2.18	Abondance et biomasse relatives des espèces de poissons capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015	133
Tableau 4.2.19	Statistiques descriptives de la longueur totale des espèces de poissons capturées dans la zone d'étude	136
Tableau 4.2.20	Statistiques descriptives de la masse (g) des espèces de poissons capturées dans la zone d'étude	137
Tableau 4.2.21	Espèces de reptiles menacées au Sénégal selon la Liste Rouge de l'UICN (2018)	140
Tableau 4.2.22	Observations de reptiles réalisées lors des inventaires de la faune en juillet et novembre 2015	143
Tableau 4.2.23	Liste des espèces d'oiseaux du Sénégal possédant un statut en danger critique d'extinction, en danger, vulnérable ou quasi menacé selon la Liste Rouge de l'UICN (2018)	144
Tableau 4.2.24	Liste des espèces d'oiseaux protégées au Sénégal en vertu du Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire).....	145
Tableau 4.2.25	Richesse spécifique et effectifs des oiseaux observés en juillet et novembre 2015	147
Tableau 4.2.26	Liste des espèces d'oiseaux très rares, rares et non signalées dans la région selon Borrow et Demey (2011).....	148
Tableau 4.2.27	Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude du projet Boto et listées sur la Liste Rouge de l'UICN (2018)	149
Tableau 4.2.28	Espèces de mammifères menacées au Sénégal selon la Liste Rouge de l'UICN (2018) ...	150
Tableau 4.2.29	Liste des espèces de mammifères protégées au Sénégal en vertu du Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)	151
Tableau 4.2.30	Espèces de mammifères observées dans la zone d'étude dans le passé (plus de 30 ans) selon l'enquête menée dans cinq villages et leur statut de protection en vertu du Décret n°86-844	154
Tableau 4.2.31	Observations de mammifères réalisées lors des inventaires de la faune de juillet et novembre 2015	156
Tableau 4.2.32	Catégories de services écosystémiques	165
Tableau 4.2.33	Analyse de la capacité des habitats dans la zone d'étude à rendre des services écosystémiques.....	168
Tableau 4.3.1	Population de la région de Kédougou en 2013, par groupes d'âge et sexe	173
Tableau 4.3.2	Population totale et par sexe du département de Saraya et des principales localités de la zone d'étude en 2013	174
Tableau 4.3.3	Ville, villages et hameaux considérés par l'enquête en 2016.....	178
Tableau 4.3.4	Répartition de l'échantillon par localité	178
Tableau 4.3.5	Structure de la population selon le niveau d'instruction	180
Tableau 4.3.6	Répartition du nombre de cases par ménage dans la zone d'étude	181
Tableau 4.3.7	Répartition du nombre de ménages à cases par localité.....	182
Tableau 4.3.8	Source de l'eau utilisée pour les usages domestiques	183
Tableau 4.3.9	Distance de la source de l'eau utilisée pour les usages domestiques	184

Tableau 4.3.10	Répartition des ménages victimes selon le type de délit	186
Tableau 4.3.11	Nombre de ménages et estimation des effectifs par site.....	187
Tableau 4.3.12	Effectifs des membres des ménages par classe d'âge – site du permis Boto.....	187
Tableau 4.3.13	Répartition des orpailleurs selon l'intensité de l'activité par site enquêté.....	188
Tableau 4.3.14	Répartition ethnique par site selon l'enquête de 2016.....	189
Tableau 4.3.15	Statut migratoire des orpailleurs par site	190
Tableau 4.3.16	Nombre d'années sur les sites d'orpaillage	191
Tableau 4.3.17	Type d'habitat sur les sites d'orpaillage.....	192
Tableau 4.3.18	Nombre de ménages selon la surface moyenne exploitée	195
Tableau 4.3.19	Principales cultures des ménages et rendements	196
Tableau 4.3.20	Ménages selon le type d'élevage et composition du cheptel	197
Tableau 4.3.21	Estimation des revenus annuels moyens par site.....	201
Tableau 4.3.22	Caractéristiques des infrastructures scolaires par localité	202
Tableau 4.3.23	Caractéristiques des infrastructures hydrauliques par localité	204
Tableau 4.3.24	Répartition des mosquées par localité	205
Tableau 4.3.25	Nombre d'infrastructures sanitaires par type et selon le département en 2013	208
Tableau 4.3.26	Points de Prestation de service (PPS) du district de Saraya	209
Tableau 4.3.27	Ressources humaines de la région médicale (RM) de Kédougou.....	210
Tableau 4.3.28	Cas consultants et consultations des postes de santé par district – RM de Kédougou ...	211
Tableau 4.3.29	Indicateurs sur les consultations prénatales par district (CPN).....	211
Tableau 4.3.30	Indicateurs des accouchements par district, période 2014-2015	211
Tableau 4.3.31	Répartition des naissances selon divers indicateurs-clés (2015).....	212
Tableau 4.3.32	Indicateurs de la Consultation Post Natale (CPON), période 2014-2015	213
Tableau 4.3.33	Complications directes et indirectes et des décès maternels par districts (2015).....	213
Tableau 4.3.34	Cas déclarés de paludisme en consultation externe et en hospitalisation	215
Tableau 4.3.35	Structures ou sites de prise en charge du VIH	216
Tableau 4.3.36	Indicateurs de la prise en charge des professionnelles du sexe (PS).....	217
Tableau 4.3.37	Cas d'Infections Sexuellement transmissibles (IST) en 2014 et 2015 - RM de Kédougou	217
Tableau 4.3.38	Statistiques de Prévention de la transmission mère-enfant (PTME) du VIH, 2014-2015.	218
Tableau 4.3.39	Indicateurs clés sur le Poste de Santé de Medina Baffé, 2013-2015.....	219
Tableau 4.3.40	Indicateurs sanitaires de base pour le couple mère-enfant, 2013-2015.....	220

LISTE DES FIGURES

Figure 4.1.1	Températures mensuelles mesurées à Boto et Kédougou (2016-2017)	3
Figure 4.1.2	Régime thermique à la station météorologique de Kédougou (1968-2014) et comparaison avec les données de Boto (2016-2017).....	4
Figure 4.1.3	Évolution de la température maximum moyenne en octobre à la station météorologique de Kédougou (1968-2014)	4
Figure 4.1.4	Évolution de la température maximum moyenne en novembre à la station météorologique de Kédougou (1968-2014)	5
Figure 4.1.5	Insolation mesurée aux stations météorologiques de Boto (2016-2017) et de Kédougou (1968-2005 et 2016-2017)	6
Figure 4.1.6	Régime pluviométrique unimodal à la station de Kédougou (1930-2014).....	7
Figure 4.1.7	Comparaison des quantités de précipitations mensuelles aux stations de Boto, Kédougou et Saraya.....	8
Figure 4.1.8	Variabilité interannuelle de la pluviométrie à la station météorologique de Kédougou (1918-2014).....	9
Figure 4.1.9	Évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent en août (1968-2005)	12
Figure 4.1.10	Évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent en novembre (1968-2005).....	12
Figure 4.1.11	Rose des vents selon les données obtenues à la station de Boto (2016-2017)	15
Figure 4.1.12	Projection des températures dans l'Est du Sénégal (rouge : scénario pessimiste; orange : scénario moyen; vert : scénario optimiste; bleu : valeurs mesurées).....	16
Figure 4.1.13	Diagramme de Piper des eaux des puits et forages d'approvisionnement (2015-2016) ...	54
Figure 4.1.14	Diagramme de Piper des eaux des puits d'observation (2016)	60
Figure 4.1.15	Localisation du bassin versant de la Falémé (tiré de Faye, 2014)	61
Figure 4.1.16	Localisation des stations hydrométriques sur le tronçon principal de la rivière Falémé ...	65
Figure 4.1.17	Distribution spatiale des pentes dans le bassin versant de la rivière Falémé	66
Figure 4.1.18	Évolution des débits annuels de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou	68
Figure 4.1.19	Débits statistiques de la Falémé selon Loi de Goodrich pour les stations de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou	70
Figure 4.1.20	Débits caractéristiques de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou	71
Figure 4.2.1	Fréquence d'occurrence des espèces de poissons capturées en crue (juillet 2015) et en décrue (décembre 2015) dans la zone d'étude	130
Figure 4.2.2	Structure de taille des espèces les plus abondantes dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors de l'inventaire réalisé en juillet 2015 (période de crue)	138
Figure 4.2.3	Structure de taille des espèces de poissons les plus abondantes dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors de l'inventaire réalisé en décembre 2015 (période de décrue).....	138

Figure 4.2.4	Localisation et superficies des zones importantes pour la conservation des oiseaux au Sénégal par rapport au projet Boto	146
Figure 4.2.5	Répartition du nombre de données par espèce de mammifères.....	159
Figure 4.3.1	Projection de la population de la région de Kédougou, 2013-2025	172
Figure 4.3.2	Population estimée du département de Saraya et des principales localités de la zone d'étude, 2013-2025.....	174
Figure 4.3.3	Répartition des orpailleurs par classe d'âge	188
Figure 4.3.4	Statut matrimonial des orpailleurs chefs de ménages	189
Figure 4.3.5	Niveau d'instruction des membres des ménages	190
Figure 4.3.6	Origine des migrants par site du permis de Boto	191
Figure 4.3.7	Usage de produits de traitement.....	200
Figure 4.3.8	Couverture vaccinale par antigène et par district (en %)	214
Figure 4.3.9	Hachettes polies en hématite, meule et mollette	222
Figure 4.3.10	Sites à hachettes en hématite dans la zone d'étude élargie	223
Figure 4.3.11	Présence d'amas de scories dans la zone d'étude élargie.....	224
Figure 4.3.12	Échanges et réseaux d'échange et implication de la zone ciblée en tant que source de matière première	225

LISTE DES PHOTOS

Photo 4.2.1	Savane herbeuse de Bowal	100
Photo 4.2.2	Savane arbustive de plateau cuirassé.....	100
Photo 4.2.3	Savane arborée	101
Photo 4.2.4	Savane boisée.....	101
Photo 4.2.5	Savane boisée à <i>Mitragyna inermis</i>	101
Photo 4.2.6	Forêt claire	101
Photo 4.2.7	Forêt galerie de la rivière Falémé	102
Photo 4.2.8	Forêt galerie de <i>Vetiveria nigriflora</i>	102
Photo 4.2.9	Bambousaie de plaine	111
Photo 4.2.10	Bambousaie de forêt galerie et palmeraie	111
Photo 4.2.11	Savane boisée à <i>Acalypha senensis</i>	111
Photo 4.2.12	Savane arbustive à <i>Ozoroa pulcherrima</i>	111
Photo 4.2.13	Forêt galerie à <i>Saba senegalensis</i>	112
Photo 4.2.14	<i>Mimosa pigra</i> (a) et <i>Rotula aquatica</i> (b) dans la Falémé.....	118
Photo 4.2.15	Cleopatra bulimoides et Macrobrachium sp.	125
Photo 4.2.16	Le crabe de rivière <i>Potamonautes ecorseii</i>	127

Photo 4.2.17	Principales espèces de poisson capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015	134
Photo 4.2.18	Singe vert s'abreuvant	156
Photo 4.2.19	Empreinte d'Ourébi.....	156
Photo 4.2.20	Crottes d'hippopotame sur un de ses passages à côté de la Falémé	156
Photo 4.2.21	Trois individus de chimpanzés (<i>Pan troglodytes verus</i>) capturés par une caméra dans le Nord- Est de la zone d'étude.....	158
Photo 4.3.1	Membres de ménages d'orpailleurs présents sur le site de Boto 5	187
Photo 4.3.2	Types d'habitats rencontrés sur les sites d'orpillage	192
Photo 4.3.3	Zone de traitement de Guémedji.....	200
Photo 4.3.4	Dispositif de traitement au cyanure à Guémedji.....	201
Photo 4.3.5	Salle de classe sous un abri provisoire	203
Photo 4.3.6	Forage à pompe manuelle	204
Photo 4.3.7	Puits traditionnel.....	204
Photo 4.3.8	Forage motorisé avec château d'eau dans la Ville de Saraya.....	205
Photo 4.3.9	Deux types de boutiques rencontrés dans la zone du projet.....	206
Photo 4.3.10	Forge à Saroudia	207
Photo 4.3.11	Forge à Nafadji	207
Photo 4.3.12	Exemple de colline	226
Photo 4.3.13	Exemple de plateau cuirassé.....	226
Photo 4.3.14	Exemple de plaine	227
Photo 4.3.15	Exemple de zone riveraine	227

LISTE DES CARTES

Carte 4.1.1	Localisation des stations de mesures du bruit ambiant	19
Carte 4.1.2	Stations d'échantillonnage des sols de surface	23
Carte 4.1.3	Emplacement des puits d'observation et piézométrie.....	39
Carte 4.1.4	Vulnérabilité des eaux souterraines par la méthode GOD.....	43
Carte 4.1.5	Localisation des stations d'échantillonnages des eaux souterraines et des eaux de surface.....	47
Carte 4.1.6	Système hydrographique dans le secteur du permis Boto.....	63
Carte 4.1.7	Stations d'échantillonnage des sédiments dans les rivières Balinko et Falémé.....	85
Carte 4.2.1	Formations végétales à l'échelle du Sénégal	94
Carte 4.2.2	Formations végétales et stations des inventaires floristiques dans la zone d'étude.....	97
Carte 4.2.3	Espèces végétales à statut particulier et habitats à potentiel écologique élevé dans la zone d'étude	105

Carte 4.2.4	Aires protégées et concessions de chasse à proximité de la zone d'étude.....	109
Carte 4.2.5	Transects linéaires parcourus lors des inventaires de la faune terrestre et de l'avifaune réalisés par le groupe Synergie Environnement en 2015	141
Carte 4.2.6	Inventaire des espèces à statut précaire confirmées (indices, observations ou pièges photographiques) dans la zone d'étude lors de l'inventaire de Sylvatrop en 2017.....	161
Carte 4.2.7	Inventaire des moyens et grands mammifères confirmés (indices, observations ou pièges photographiques) dans la zone d'étude (autres que des espèces à statut) lors de l'inventaire de Sylvatrop en 2017	163
Carte 4.3.1	Découpage administratif.....	171

LISTE DES ANNEXES

Annexe 4.1.1	Analyse du régime climatique dans la région de Kédougou (Dr. Diop)
Annexe 4.1.2	Analyse du régime hydrologique du bassin versant de Falémé (Dr. Bodian)
Annexe 4.1.3	Climat sonore de référence
Annexe 4.1.4	Certificats d'analyses (sédiments et granulométrie)
Annexe 4.1.5	Rapports de suivi de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface
Annexe 4.1.6	Rapports de forage et d'installation de puits d'observation
Annexe 4.2.1	Espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude (juillet et novembre 2015)
Annexe 4.2.2a	Richesse des communautés d'invertébrés benthiques en période de hautes eaux (juillet 2015)
Annexe 4.2.2b	Richesse des communautés d'invertébrés benthiques en période de décrue (décembre 2015)
Annexe 4.2.3a	Abondance relative des espèces d'invertébrés benthiques en période de hautes eaux (juillet 2015)
Annexe 4.2.3b	Abondance relative des espèces d'invertébrés benthiques en période de décrue (décembre 2015)
Annexe 4.2.4	Liste des reptiles du Sénégal
Annexe 4.2.5	Liste des amphibiens du Sénégal
Annexe 4.2.6	Liste des espèces aviaires du Sénégal apparaissant aux Annexes I et/ou II de la Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS)
Annexe 4.2.7	Liste des espèces d'oiseau observées dans la zone d'étude du projet Boto (juillet et novembre 2015)
Annexe 4.2.8	Liste des mammifères du Sénégal
Annexe 4.2.9	Rapport sur l'inventaire des chimpanzés (Sylvatrop Consulting)
Annexe 4.3.1	Rapport d'étude de santé publique (Dr. Diongue)
Annexe 4.3.2	Rapport des études d'archéologie préventive (Dr. Sall)
Annexe 4.3.3	Étude de référence sur l'orpillage (Intersocial Consulting Ltd)

4. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE BASE

4.1 COMPOSANTES PHYSIQUES

4.1.1 Climat

4.1.1.1 Généralités

Une station météorologique a été installée sur le site du projet minier Boto afin de mesurer les paramètres requis pour l'analyse du climat du secteur. Les données recueillies couvrent la période du 31 janvier 2016 au 31 octobre 2017. Les données horaires et quotidiennes pour la période du 9 juin au 1^{er} juillet 2016 ne sont toutefois pas disponibles¹.

Les données climatiques provenant de la station météorologique la plus rapprochée, soit celle de Kédougou, sont comparées à celles mesurées sur le site du projet minier. La station de Kédougou se trouve à environ 90 km du site minier Boto. La région de Kédougou est située sur la frange sud et plus humide du Sénégal, avec un climat sub-guinéen. C'est généralement l'une des régions les plus pluvieuses du pays. La saison des pluies se produit de mai à novembre et la saison sèche se déroule de décembre à avril.

En plus des données recueillies à la station de Boto, les données climatologiques présentées ci-dessous ont été utilisées pour l'analyse du climat :

- Les données de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie du Sénégal (ANACIM) pour la station de Kédougou (données brutes pour la période de 1985 à 2014 acquises par IAMGOLD);
- Un sommaire des données mesurées à la station de Kédougou pour la période de janvier 2016 à octobre 2017 (pluviométrie, températures, humidité, insolation, évaporation et vents) obtenu de l'ANACIM;
- Un sommaire des données de pluviométrie mesurées à la station de Saraya (située à 57 km du site minier de Boto) pour la période de janvier 2016 à octobre 2017 obtenu de l'ANACIM;
- Le rapport de l'expert en climatologie, le Dr. Mbaye Diop présenté à l'annexe 4.1.1;
- Le rapport de l'expert en hydrologie, le Dr. Ansoumana Bodian présenté à l'annexe 4.1.2.

Les données climatologiques étant issues de diverses sources, elles couvrent des périodes différentes.

4.1.1.2 Températures

Une analyse des données mesurées à la station de Boto en 2016 et 2017 a été effectuée et les résultats de cette analyse ainsi que la comparaison de ces valeurs avec les valeurs moyennes provenant de la station de Kédougou pour les périodes correspondantes sont présentés dans le tableau 4.1.1 et à la figure 4.1.1. On doit noter que les valeurs extrêmes mesurées à Boto sont présentées dans ce tableau, mais que les données correspondantes à Kédougou ne sont pas disponibles.

La température mensuelle moyenne la plus élevée à Boto est observée en avril, avec 34,3 °C (tableau 4.1.1 et figure 4.1.1). La température moyenne diminue ensuite jusqu'à 26,2 °C en août (pendant la saison pluvieuse) avant de remonter légèrement en octobre avec une moyenne de 27,6 °C. Les températures moyennes les plus faibles sont obtenues en décembre, avec une valeur de 25,0 °C.

¹ Les données pour ces périodes n'ont pu être obtenues en raison de problèmes techniques rencontrés avec l'enregistreur des données.

Tableau 4.1.1 Températures mesurées aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017)

Maximum extrême (°C)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	41,3	42,1	44,0	42,9	41,8	35,0	34,7	35,3	36,9	38,5	39,1
2017	38,3	40,4	42,6	43,0	42,3	40,1	34,6	34,6	35,8	37,8		
Moyenne	38,3	41,3	42,6	44,0	42,3	41,8	35,0	34,7	35,8	37,8	38,5	39,1

Minimum extrême (°C)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	13,6	19,0	24,2	23,1	21,0	20,4	20,6	20,1	20,0	15,6	13,8
2017	13,3	13,3	19,7	23,0	21,7	20,9	20,7	21,0	21,2	19,1		
Moyenne	13,3	13,3	19,0	23,0	21,7	20,9	20,4	20,6	20,1	19,1	15,6	13,8

Moyenne des températures maximales (°C)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	37,1	40,1	41,2	40,0	37,7	31,6	31,5	33,0	35,1	35,4	34,6
2017	35,1	38,0	40,8	41,3	37,7	35,4	31,7	31,6	33,3	35,3		
Moyenne	35,1	37,5	40,5	41,2	38,8	35,8	31,6	31,5	33,1	35,2	35,4	34,6
Données de la station de Kédougou												
2016	35,4	37,9	41,1	41,4	40,4	36,4	32,3	33,7	33,8	35,5	35,3	35,5
2017	36,4	38,9	33,6	42,4	32,7	36,4	32,7	32,5	34,4	36,4		
Moyenne	35,9	38,4	37,4	41,9	36,6	36,4	32,5	33,1	34,1	32,5	35,3	35,5

Moyenne des températures minimales (°C)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	18,4	23,2	27,5	28,2	25,7	23,1	22,7	22,3	22,6	19,1	16,7
2017	16,9	20,5	24,9	27,3	26,5	24,8	23,0	22,7	23,0	22,0		
Moyenne	16,9	19,4	24,0	27,4	27,4	25,0	23,0	22,7	22,7	22,3	19,1	16,7
Données de la station de Kédougou												
2016	19,5	19,5	24,6	26,9	27,7	25,0	23,2	23,1	22,3	22,8	19,4	18,6
2017	18,0	21,8	25,6	26,9	26,6	25,0	23,3	22,8	23,3	22,9		
Moyenne	18,8	20,7	25,1	26,9	27,2	25,0	23,3	23,0	22,8	22,9	19,4	18,6

Températures moyennes (°C)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	27,8	31,9	34,3	31,1	31,1	26,8	26,2	26,4	27,6	26,3	25,0
2017	25,7	29,5	33,0	34,2	29,6	29,6	26,7	26,1	27,3	27,6		
Moyenne	25,7	28,7	32,5	34,3	29,9	29,9	26,7	26,2	26,9	27,6	26,3	25,0

D.I. : Données insuffisantes

■ Données basées sur seulement 7 journées complètes

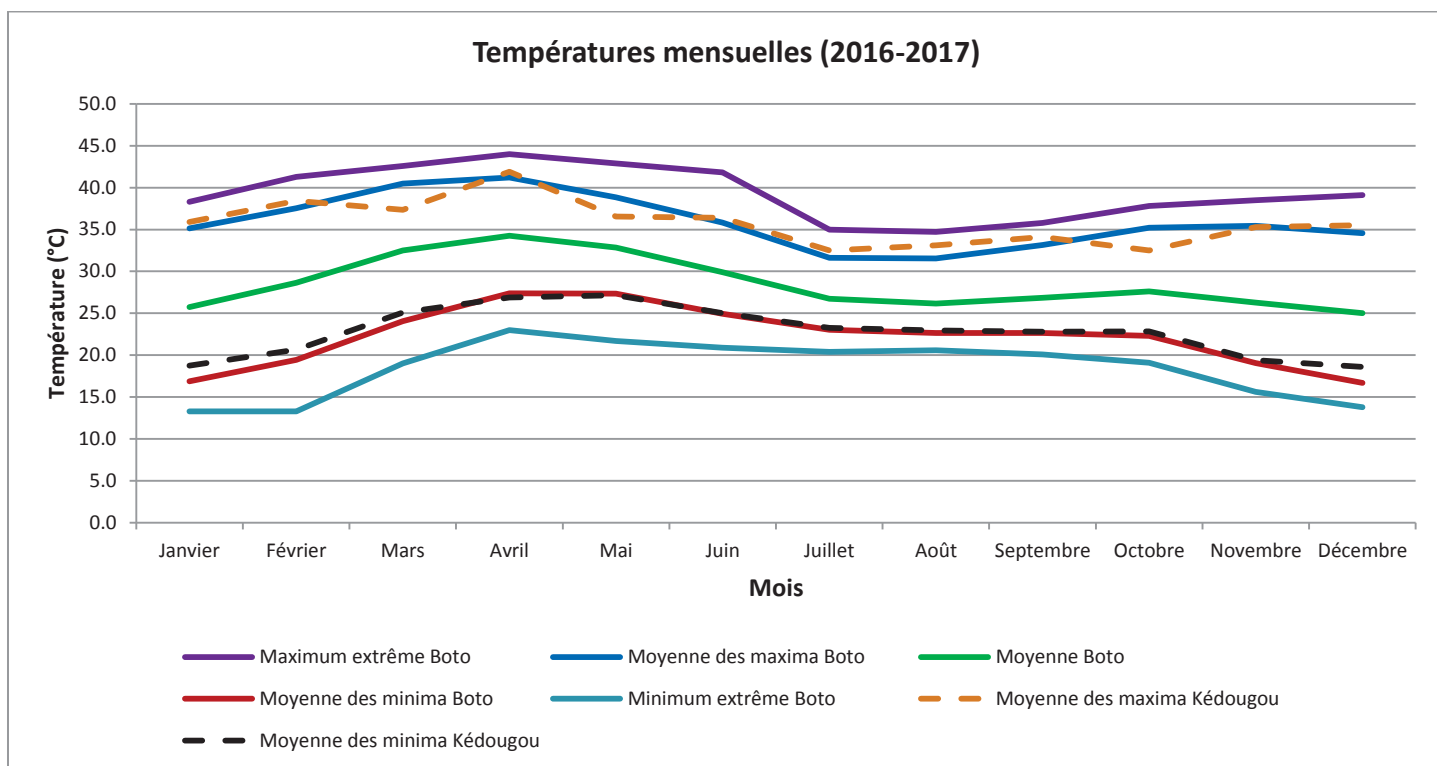


Figure 4.1.1 Températures mensuelles mesurées à Boto et Kédougou (2016-2017)

Les températures les plus élevées de l'année à la station de Boto sont observées en avril, avec une température ayant atteint 44,0 °C en avril 2016 (tableau 4.1.1). Inversement, les températures les plus froides ont été obtenues en janvier et février 2017, avec des valeurs aussi basses que 13,3 °C. La moyenne des températures maximales quotidiennes atteint 41,2 °C en avril, alors que cette moyenne n'est que de 31,5 °C en août. La moyenne des températures minimales quotidiennes la plus basse est de 16,7 °C et 16,9 °C en décembre et janvier respectivement, alors que cette moyenne atteint 27,4 °C en avril et en mai.

Si on compare les données mesurées à Boto avec celles qui ont été mesurées à la station de Kédougou, on constate que les tendances au niveau des températures sont très comparables. On remarque par contre des différences relativement importantes au niveau de la moyenne des températures maximales quotidiennes en mars, en mai et en octobre, les températures mesurées à Boto ayant été nettement plus élevées, alors qu'entre juillet et septembre, les températures à Kédougou étaient légèrement plus élevées (figure 4.1.1). Les moyennes des températures minimales quotidiennes sont pour leurs parts très semblables aux deux stations, sauf en décembre et janvier, où les températures minimales moyennes sont plus élevées à Kédougou.

Selon la comparaison des valeurs obtenues à Boto avec celles mesurées à la station de Kédougou entre 1968 et 2014, on constate également que les tendances des moyennes des températures maximales, moyennes et minimales quotidiennes à Boto sont semblables aux valeurs mesurées à la station de Kédougou entre 1968 et 2014, lesquelles sont illustrées à la figure 4.1.2.

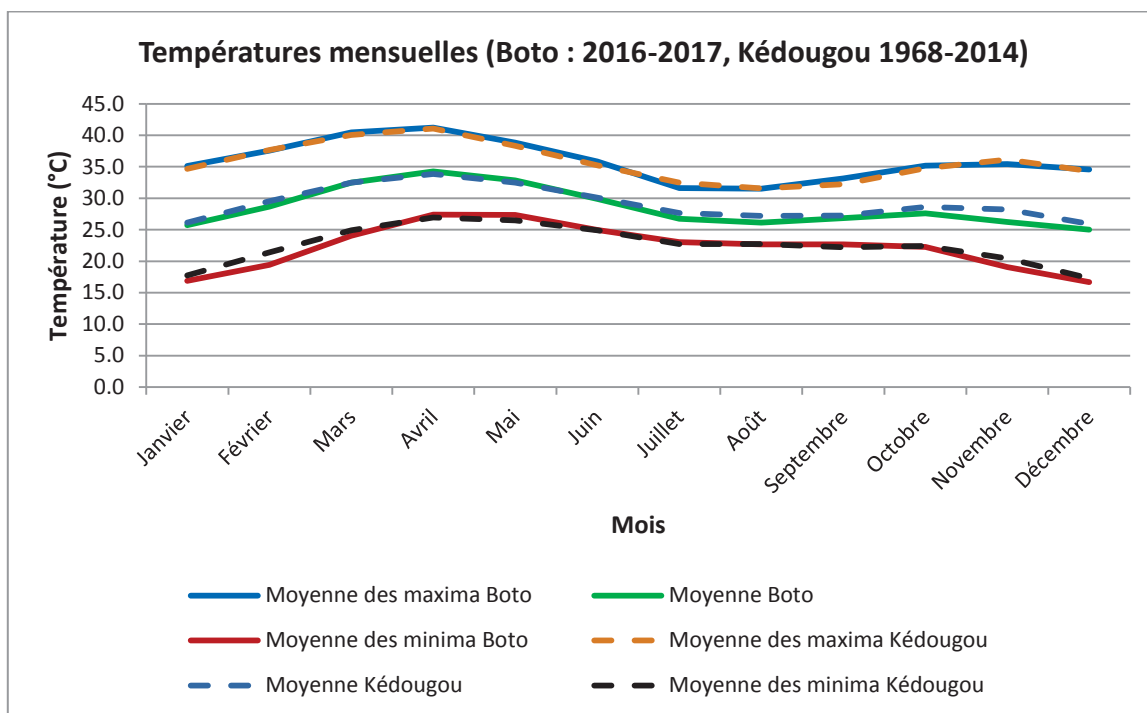


Figure 4.1.2 Régime thermique à la station météorologique de Kédougou (1968-2014) et comparaison avec les données de Boto (2016-2017)

Au cours de la période 1968-2005, la température maximum mensuelle moyenne à Kédougou a connu une tendance à la hausse perceptible à partir du milieu des années 80 entre juin et décembre. Les figures 4.1.3 et 4.1.4 illustrent l'évolution des températures pour les mois d'octobre et novembre, respectivement. Aucune tendance significative n'est cependant observée pour les températures minimum mensuelles moyennes.

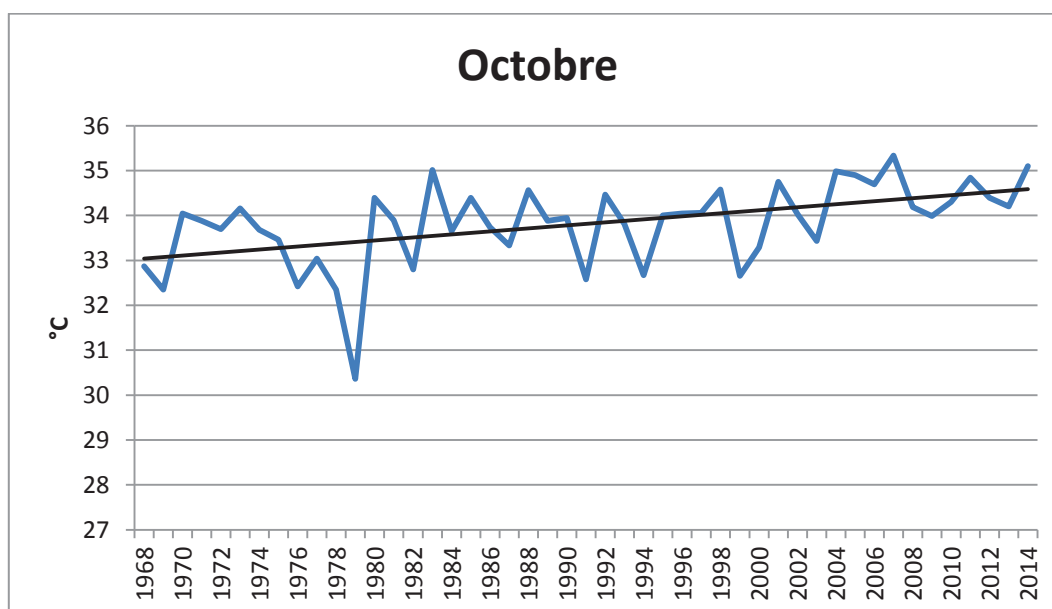


Figure 4.1.3 Évolution de la température maximum moyenne en octobre à la station météorologique de Kédougou (1968-2014)

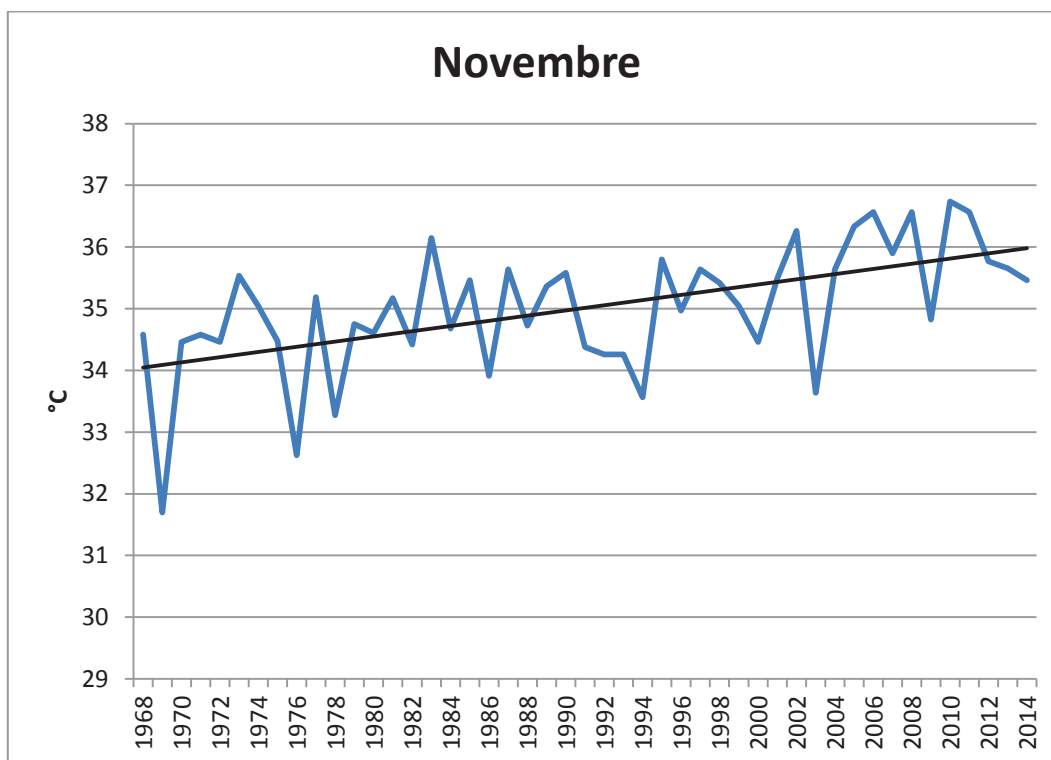


Figure 4.1.4 Évolution de la température maximum moyenne en novembre à la station météorologique de Kédougou (1968-2014)

4.1.1.3 Insolation

L'insolation est un paramètre météorologique qui correspond à la durée moyenne quotidienne d'exposition au rayonnement solaire. Une analyse des données d'insolation mesurées aux stations de Boto et de Kédougou en 2016 et 2017 a été effectuée et le tableau 4.1.2 présente les résultats de cette analyse. L'insolation moyenne mensuelle est inférieure à 10 heures par jour pour les deux stations et la durée moyenne est plus élevée pendant la saison sèche. Au cours de la saison des pluies, le nombre d'heures d'insolation diminue, du fait de la couverture nuageuse accrue en raison de la présence de précipitations (tableau 4.1.2).

Les données montrent que la durée d'ensoleillement semble plus importante à Boto entre juin et février, alors que l'ensoleillement semble plus long à Kédougou entre mars et mai (figure 4.1.5).

Si on compare les valeurs obtenues à Boto avec les données mesurées à Kédougou entre 1968 et 2005 qui sont présentées au tableau 4.1.3, on remarque que les données de Boto mesurées entre 2016 et 2017 présentent plus de similarités avec la moyenne des valeurs mesurées à Kédougou entre 1968 et 2005 qu'avec les valeurs de Kédougou mesurées entre 2016 et 2017. Cette observation semble indiquer que la saison des pluies a été plus intense à Kédougou qu'à Boto en 2016 et 2017 et que l'insolation a ainsi été inférieure à la normale à Kédougou en 2016 et en 2017 (figure 4.1.5).

Tableau 4.1.2 Comparaison de l'insolation moyenne quotidienne aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017)

Insolation moyenne (heures/jour)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	8,5	9,6	9,9	8,2	8,9	5,2	4,7	6,6	7,9	7,3	6,7
2017	8,0	6,6	8,2	8,1	7,1	7,5	5,7	5,0	6,3	8,3		
Moyenne	8,0	7,6	8,8	9,0	7,7	7,8	5,5	4,9	6,4	8,1	7,3	6,7
Données de la station de Kédougou												
2016	6,1	6,5	9,8	9,0	7,8	5,1	3,8	3,0	3,6	4,4	5,8	7,1
2017	6,9	7,3	9,5	9,3	8,0	5,7	4,1	3,9	6,6	5,1		
Moyenne	6,5	6,9	9,7	9,2	7,9	5,4	4,0	3,5	5,1	4,8	5,8	7,1

D.I. : Données insuffisantes

■ Données basées sur seulement 7 journées complètes

Tableau 4.1.3 Insolations moyennes journalières et mensuelles à la station météorologique de Kédougou (1968-2005)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Insolation journalière	7,4	7,6	8,0	9,1	8,3	7,6	6,7	6,2	7,0	7,7	8,2	8,1	-
Insolation mensuelle	230	212	247	272	256	229	206	193	208	239	246	250	2 793

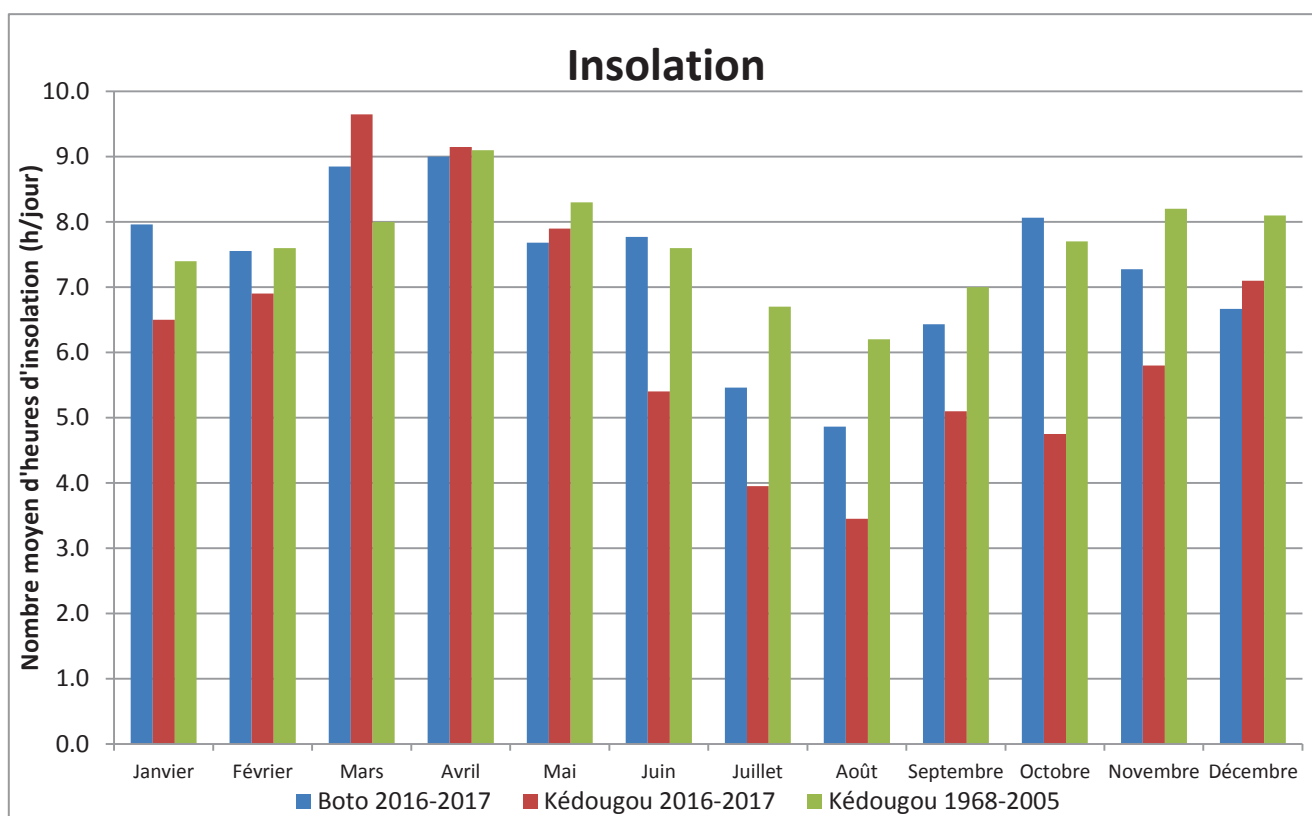


Figure 4.1.5 Insolation mesurée aux stations météorologiques de Boto (2016-2017) et de Kédougou (1968-2005 et 2016-2017)

4.1.1.4 Précipitations

La saison des pluies dure environ six mois, de mai à novembre, avec l'essentiel de la pluie qui tombe entre juillet et septembre (figure 4.1.6). Par ailleurs, il semble y avoir eu une baisse des précipitations annuelles moyennes entre les périodes 1923-1965 et 1966-2015 (Bodian *et al.*, 2016).

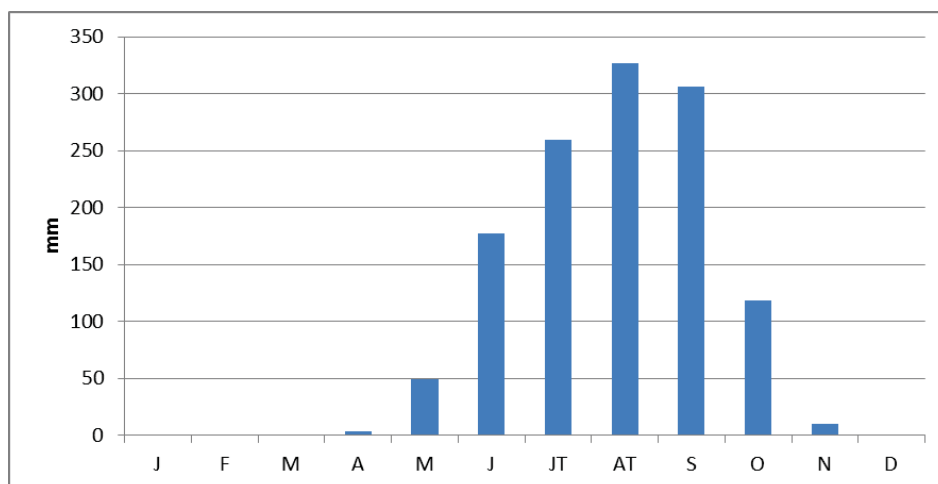


Figure 4.1.6 Régime pluviométrique unimodal à la station de Kédougou (1930-2014)

Les données mesurées pour la période 1966-2015 aux stations météorologiques de Kédougou et de Saraya ont été utilisées pour prédire les précipitations au site Boto pour la même période (tableau 4.1.4). Les précipitations mesurées à Saraya sont plus faibles qu'à Kédougou en raison de la latitude plus septentrionale de Saraya. Les données de Kédougou, qui est à la même latitude que Boto, sont donc plus représentatives des valeurs prévues au site minier.

Les données de précipitations mesurées aux stations de Boto et de Kédougou en 2016 et 2017 sont présentées au tableau 4.1.5. On remarque que les précipitations à Boto et à Saraya étaient nettement inférieures en 2017 par rapport à celles de 2016 et également nettement inférieures à celles de Kédougou. Les précipitations de Boto en 2017 étaient particulièrement faibles, tel que montré à la figure 4.1.7. Les quantités de précipitations prévues pour Boto selon les données d'extrapolation présentées au tableau 4.1.4 pour la période 1966-2015 sont très proches de celles qui ont été observées en 2016 et 2017.

Tableau 4.1.4 Précipitations mensuelles médianes aux stations météorologiques de Kédougou et de Saraya et extrapolation pour le site de Boto

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Kédougou (1966–2015)	0,0	0,0	0,0	0,0	37,4	134,7	269,1	282,2	309,9	82,5	0,0	0,0	1 116
Saraya (1966–2015)	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	122,5	209,0	249,0	236,0	71,0	0,0	0,0	913
Boto (1966–2015)	0,0	0,0	0,0	0,0	33,5	130,7	249,3	271,2	285,5	78,7	0,0	0,0	1 049

Tableau 4.1.5 Précipitations mensuelles mesurées aux stations météorologiques de Boto, de Kédougou et de Saraya (2016-2017)

Précipitations (mm)													
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Données de la station de Boto													
2016	D.I.	0,0	0,0	3,4	5,8	35,8	312,2	372,8	310,9	105,1	6,0	0,2	1 152,2
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	91,4	101,7	245,3	105,7	97,3	46,8			688,2
Moyenne	0,0	0,0	0,0	1,7	48,6	68,8	278,8	239,3	204,1	76,0	6,0	0,2	920,2
Données de la station de Kédougou													
2016	2,1	0,0	0,0	70,0	42,6	94,9	268,4	276,0	377,7	91,7	0,0	0,0	1 223,4
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	56,8	221,0	267,6	375,9	236,7	35,8			1 193,8
Moyenne	1,1	0,0	0,0	35,0	49,7	158,0	268,0	326,0	307,2	63,8	0,0	0,0	1 208,6
Données de la station de Saraya													
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0	97,3	274,3	261,2	235,5	173,6	4,1	0,0	1 108,0
2017	0,0	0,0	0,0	0,0	58,8	193,3	124,5	278,4	256,3	58,9			970,2
Moyenne	0,0	0,0	0,0	0,0	60,4	145,3	199,4	269,8	245,9	116,3	4,1	0,0	1 041,2

D.I. : Données insuffisantes

■ Données basées sur seulement 7 journées complètes

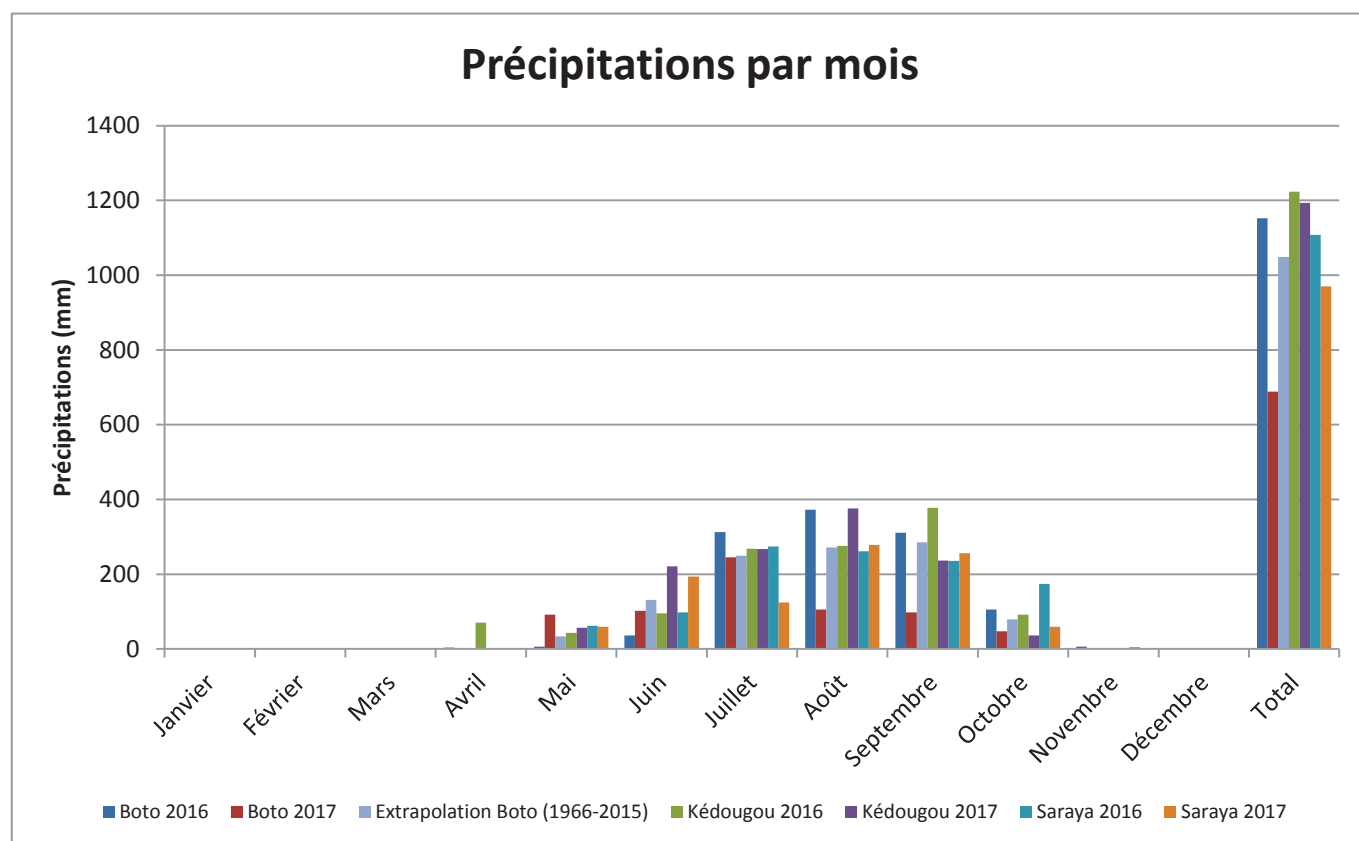


Figure 4.1.7 Comparaison des quantités de précipitations mensuelles aux stations de Boto, Kédougou et Saraya

Les valeurs mesurées aux trois stations en 2016 et 2017 illustrent également une certaine variabilité des quantités de précipitations reçues d'une année à l'autre. Selon les données mesurées à Kédougou, la pluviométrie se caractérise par une grande variabilité interannuelle, car le cumul moyen annuel peut être déficitaire de plus de 400 mm (années 1990, 1992 et 2007) ou excédentaire de près de 950 mm (année 1954) (figure 4.1.8).

Un test de linéarité appliqué sur la série 1930-2014 de Kédougou montre une rupture en 1970 et en 1996. La figure 4.1.8 illustre une série d'années déficitaires et une situation normale depuis 1997. Cependant, Kédougou présente une pluviométrie marquée par une très forte variabilité interannuelle au cours de la période récente.

Tel que mentionné précédemment, Bodian *et al.* (2016) ont également observé une rupture en 1966 des précipitations annuelles pour la station de Kédougou. Avant 1966, les précipitations annuelles étaient de 1 347 mm/an contre 1 139 mm/an après la rupture.

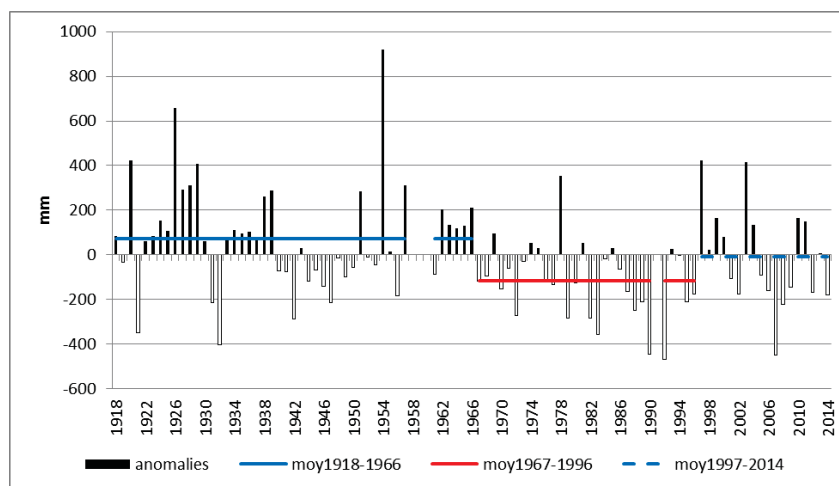


Figure 4.1.8 Variabilité interannuelle de la pluviométrie à la station météorologique de Kédougou (1918-2014)

Considérant l'évolution de la pluviométrie moyenne mensuelle entre 1918 et 2014, on constate aussi une très forte variabilité interannuelle (quel que soit le mois considéré) qui reste le principal facteur de risque climatique, concernant les ressources en eau. L'analyse statistique révèle que pour une moyenne annuelle de 1 242 mm (période 1918-2014), l'écart type est seulement de 234 mm, ce qui atténue ce risque.

Le tableau 4.1.6 montre les précipitations totales annuelles en fonction de diverses périodes de récurrence pour les stations météorologiques de Kédougou et de Saraya, ainsi que celles extrapolées pour Boto.

Tableau 4.1.6 Récurrence des précipitations annuelles totales aux stations météorologique de Kédougou et de Saraya et extrapolation pour le site de Boto (1966-2015)

Récurrence (ans)	Récurrences sèches					Médiane	Récurrences humides				
	100	50	20	10	5		5	10	20	50	100
Kédougou	775	804	858	915	993	1 165	1 352	1 452	1 535	1 628	1 689
Saraya	273	363	495	608	737	956	1 141	1 225	1 290	1 357	1 399
Boto	273	659	738	813	909	1 096	1282	1 377	1 454	1 583	1 594

4.1.1.5 Évaporation potentielle et évapotranspiration potentielle

Selon l'étude de Bodian *et al.*, 2016, l'évaporation est maximale pendant la saison sèche et minimale pendant la saison humide (tableau 4.1.7). Il semble y avoir une faible augmentation de l'évaporation entre les périodes 1968-2005 et 1985-2014. Ceci pourrait être en partie attribuable à l'augmentation des températures observées au cours des dernières années (section 4.1.1.2).

Tableau 4.1.7 Évaporation potentielle et évapotranspiration potentielle (mm) à la station météorologique de Kédougou (1968-2005 et 1985-2014)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Évaporation (1968-2005)	252	251	286	292	241	112	61	49	52	77	139	212	2 021
Évaporation (1985-2014)	252	264	307	301	250	128	67	50	49	75	139	208	2 089
Évapotranspiration (1968-2005)	180	188	230	244	244	172	142	135	134	143	146	165	2 124

4.1.1.6 Humidité relative

L'humidité relative est plus faible pendant la saison sèche, avec des valeurs minimales qui ne dépassent pas 30 % (tableau 4.1.8). C'est à partir de mai que l'humidité commence à augmenter dans l'atmosphère. Les valeurs minimales restent entre 60 et 70 % au cœur de la saison des pluies (juillet-septembre). Ces valeurs ont d'ailleurs été confirmées par les mesures réalisées aux stations de Boto et de Kédougou en 2016 et 2017, lesquelles sont présentées au tableau 4.1.9.

Les valeurs maximales de l'humidité de l'air sont très élevées pendant toute l'année. Pendant la saison pluvieuse, elles restent au-dessus de 90 %, ce qui constitue un potentiel important pour lessiver les particules présentes dans l'air ambiant et ainsi réduire leur concentration.

Tableau 4.1.8 Humidité relative minimale, moyenne et maximale (%) à la station météorologique de Kédougou (1968-2005)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Humidité relative maximale	45,2	44,9	45,8	52,3	66,9	87,6	95,0	97,2	97,5	96,0	85,1	62,0	73
Humidité relative moyenne	29,3	29,1	29,5	34,4	46,7	67,1	78,0	81,0	79,2	72,9	55,5	39,0	53
Humidité relative minimale	13,4	13,4	13,3	16,6	26,5	46,7	61,1	64,9	60,8	49,7	25,9	16,1	34

Tableau 4.1.9 Comparaison des valeurs d'humidité relative minimale, moyenne et maximale (%) aux stations de Boto et de Kédougou (2016-2017)

Moyenne de l'humidité maximale (%)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	21,5	20,0	30,0	41,3	63,5	87,8	92,2	90,7	86,0	70,7	49,1
2017	32,9	24,2	25,7	24,9	63,2	77,1	88,7	92,2	89,2	82,1		
	32,9	22,8	22,9	27,4	52,2	74,3	88,2	92,2	90,0	84,1	70,7	49,1
Données de la station de Kédougou												
2016	55,0	38,0	35,0	51,0	61,0	83,0	93,0	96,0	96,0	94,0	88,0	64,0
2017	50,0	40,0	52,0	47,0	74,0	83,0	93,0	95,0	95,0	91,0		
	52,5	61,5	43,5	49,0	67,5	83,0	93,0	95,5	95,5	92,5	88,0	64,0

Moyenne de l'humidité minimale (%)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	18,0	17,0	26,6	37,2	56,2	81,7	86,8	84,7	79,7	63,3	42,2
2017	27,9	20,6	22,4	21,7	57,0	69,6	82,3	86,6	83,7	75,5		
Moyenne	27,9	19,3	19,8	24,2	47,1	66,8	82,0	86,7	84,2	77,6	63,3	42,2
Données de la station de Kédougou												
2016	19,0	14,0	11,0	18,0	28,0	47,0	63,0	67,0	60,0	54,0	26,0	29,0
2017	19,0	17,0	19,0	17,0	38,0	46,0	62,0	65,0	58,0	47,0		
Moyenne	19,0	15,5	15,0	17,5	33,0	46,5	62,5	66,0	59,0	50,5	26,0	29,0

Humidité moyenne (%)												
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Données de la station de Boto												
2016	D.I.	19,6	18,4	28,2	39,2	59,9	84,8	89,6	87,7	83,0	67,0	45,6
2017	30,3	22,4	24,0	23,3	60,1	73,6	86,3	89,9	86,7	78,9		
Moyenne	30,3	21,0	21,3	25,7	49,6	70,8	85,5	89,8	87,2	81,0	67,0	45,6

D.I. Données insuffisantes

■ Données basées sur seulement 7 journées complètes

4.1.1.7 Vents

La région est soumise aux alizés continentaux de direction Nord-Est et à l'Harmattan provenant de l'Est, avec de l'air chaud et sec. Entre les mois de mai et novembre (saison des pluies) s'installe la mousson qui est un vent provenant du Sud-Ouest très chargé d'humidité.

Il est à noter que la vitesse du vent a beaucoup augmenté depuis les années 80 (tableau 4.1.10). Les figures 4.1.9 et 4.1.10 montrent cette évolution pour les mois d'août et de novembre pour la période 1968 à 2005.

Tableau 4.1.10 Vitesse (m/sec) et direction des vents à la station météorologique de Kédougou (1968-2005, 1985-2014, 2016 et 2017)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Vitesse (1965-2008)	2,0	2,1	2,2	2,5	2,9	2,4	2,0	1,8	1,5	1,6	1,6	1,9
Direction (1965-2008)	E	E	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	E
Vitesse (1985-2014)	3,2	3,1	3,1	3,4	3,4	3,2	2,9	2,8	2,7	2,6	2,7	2,8
Vitesse (2016)	3,2	1,6	1,8	2,9	3,0	2,3	2,0	1,9	2,2	2,6	2,7	3,5
Direction (2016)	E	E	NW	NE	NW	NW	W	WSW	NW	NW	WSW	E
Vitesse (2017)	1,8	1,4	2,2	2,4	2,8	2,4	2,5	2,1	2,0	2,5		
Direction (2017)	E	E	W	NW	NW	W	W	WSW	W	W		

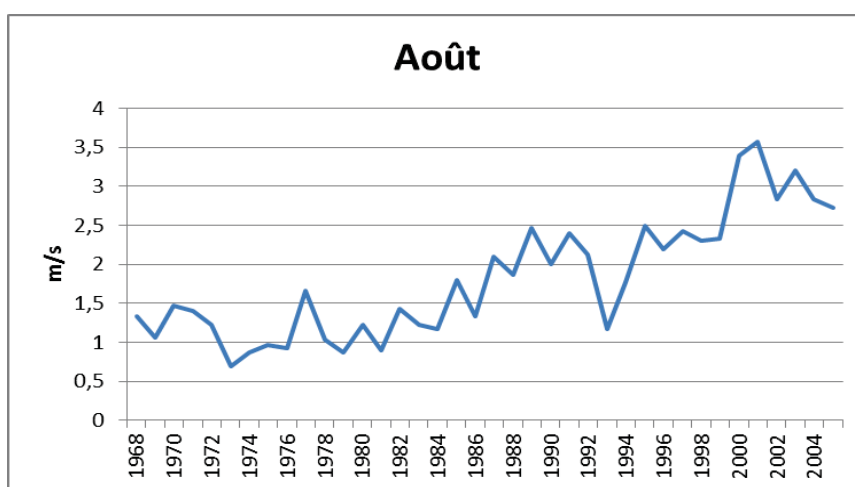


Figure 4.1.9 Évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent en août (1968-2005)

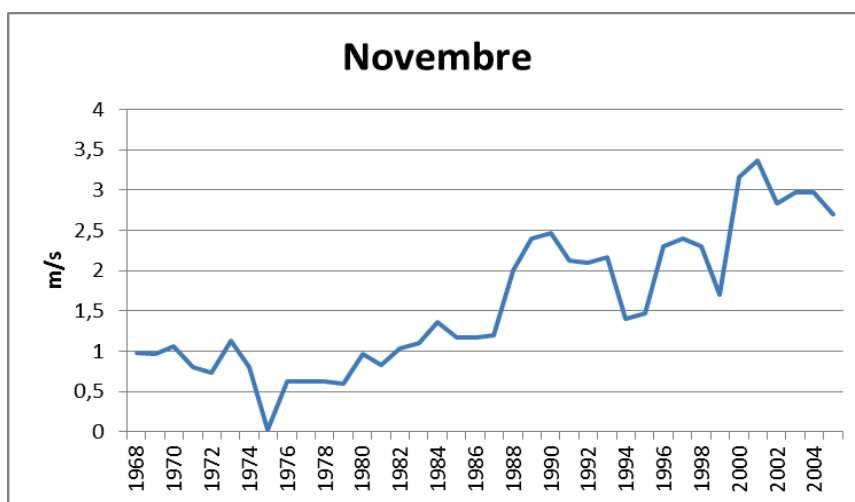


Figure 4.1.10 Évolution de la vitesse moyenne mensuelle du vent en novembre (1968-2005)

4.1.1.7.1 Rose des vents

Une analyse des données de vents recueillies à la station de Boto en 2016 et 2017 a été effectuée.

La direction prédominante est celle du sud-ouest (11,9 %), suivie du sud-sud-ouest (9,4 %) et de l'ouest-nord-ouest (8,66 %). La vitesse moyenne des vents s'élève à 6,3 km/h. Les mois où les vents sont les plus forts sont observés en février, en avril et en mars avec des vitesses moyennes de 8,44, 8,4 et 8,0 km/h. Inversement, les mois où les vents sont les plus faibles sont octobre et août avec des vitesses moyennes variant entre 5,4 et 5,5 km/h. Au cours de la période de mesure, la vitesse maximale horaire obtenue fut de 33,8 km/h, avec des rafales à 69 km/h.

La rose des vents est illustrée à la figure 4.1.11. Le tableau 4.1.11 montre la fréquence des vents en fonction de la direction par classe de vitesse (0,36 à 7,2 km/h; 7,2 à 14,4 km/h; 14,4 à 21,6 km/h; 21,6 à 28,8 km/h; plus que 28,8 km/h). On note que les vents dont la vitesse dépasse 21,6 km/h sont très peu fréquents (environ 0,2 % du temps). Le tableau 4.1.12 donne les vitesses moyennes observées par mois et par direction, alors que le tableau 4.1.13 indique les fréquences observées par direction de vent et par direction.

Tableau 4.1.11 Rose des vents de la station de Boto (2016-2017)

Direction	Vitesse des vents (km/h)					Total
	0,36 à 7,2	7,2 à 14,4	14,4 à 21,6	21,6 à 28,8	> 28,8	
N	3,05%	2,12%	0,08%	0,00%	0,00%	5,25%
NNE	2,28%	1,30%	0,09%	0,00%	0,00%	3,68%
NE	1,90%	1,32%	0,18%	0,01%	0,00%	3,41%
ENE	1,76%	1,65%	0,48%	0,04%	0,00%	3,93%
E	1,81%	2,54%	0,77%	0,05%	0,01%	5,18%
ESE	2,29%	1,74%	0,32%	0,03%	0,01%	4,38%
SE	2,42%	0,76%	0,07%	0,03%	0,00%	3,29%
SSE	3,49%	0,55%	0,01%	0,01%	0,00%	4,06%
S	5,11%	0,58%	0,04%	0,01%	0,00%	5,74%
SSW	8,19%	1,15%	0,04%	0,00%	0,00%	9,38%
SW	9,83%	2,01%	0,05%	0,00%	0,00%	11,90%
WSW	3,91%	1,09%	0,02%	0,00%	0,00%	5,03%
W	4,43%	2,44%	0,11%	0,00%	0,00%	6,98%
WNW	4,53%	3,94%	0,11%	0,00%	0,00%	8,57%
NW	4,29%	3,72%	0,08%	0,00%	0,00%	8,09%
NNW	4,03%	2,70%	0,10%	0,01%	0,00%	6,84%
Calmes						4,28%
Total	63,33%	29,62%	2,56%	0,19%	0,02%	95,72%

Tableau 4.1.12 Vitesse moyenne des vents par mois et par direction à la station de Boto (2016-2017)

Direction	Vitesse moyenne (km/h)											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
N	7,43	7,35	7,54	8,77	6,21	5,86	5,73	6,12	5,30	5,63	5,89	6,09
NNE	6,33	8,41	7,80	8,08	6,14	6,42	4,86	4,56	5,16	5,76	5,31	4,60
NE	7,51	8,86	10,34	10,19	5,56	6,89	4,69	4,42	5,55	5,10	4,61	7,12
ENE	9,99	11,66	10,39	11,14	5,41	6,14	6,27	5,23	6,07	4,83	7,02	9,65
E	10,70	12,75	10,18	11,06	8,81	6,91	6,85	5,49	6,62	6,51	7,78	10,46
ESE	8,72	9,39	8,69	7,97	9,58	7,24	6,39	5,61	6,73	7,18	6,88	9,02
SE	4,70	5,55	7,53	5,60	9,72	6,78	5,38	5,62	5,99	5,15	5,99	5,20
SSE	5,02	4,90	4,53	5,15	6,80	5,54	4,84	4,85	5,09	5,08	4,73	4,09
S	4,48	4,16	5,65	4,78	7,26	5,67	4,28	4,38	4,86	4,65	4,15	3,85
SSW	4,44	4,62	5,62	5,09	6,17	5,77	4,63	4,43	4,66	4,82	4,82	4,39
SW	5,27	5,36	5,69	5,83	6,37	5,58	5,01	4,80	4,87	4,79	5,20	5,04
WSW	4,74	4,72	5,91	6,60	7,05	5,86	5,49	4,81	4,47	4,04	3,96	4,36
W	3,69	5,50	7,30	8,22	7,84	6,35	5,67	5,63	5,29	5,25	4,32	4,68
WNW	5,59	6,06	8,80	8,91	8,75	7,68	6,35	6,30	6,41	6,12	5,17	5,18
NW	6,31	6,50	8,06	8,75	7,66	7,78	6,53	6,46	6,22	6,36	5,66	5,54
NNW	7,59	7,49	8,39	8,67	6,07	6,04	6,40	5,97	5,66	6,10	5,37	7,13



Direction pour laquelle la fréquence des vents est la plus élevée pendant le mois

Direction pour laquelle la vitesse moyenne des vents est la plus élevée pendant le mois

Tableau 4.1.13 Fréquence des vents par mois et par direction à la station de Boto (2016-2017)

Direction	Fréquence (%)											
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept,	Oct,	Nov,	Déc,
N	7,64%	6,95%	6,13%	7,61%	3,20%	5,37%	4,96%	5,22%	5,41%	4,87%	2,89%	1,93%
NNE	4,48%	5,99%	4,83%	4,94%	3,05%	4,25%	3,17%	2,76%	3,30%	3,40%	2,28%	2,00%
NE	5,66%	6,99%	4,35%	3,83%	1,90%	3,51%	2,81%	2,71%	3,11%	1,85%	1,83%	2,84%
ENE	7,86%	7,18%	6,03%	2,92%	2,68%	3,23%	2,07%	3,09%	4,63%	1,34%	2,70%	5,55%
E	11,91%	10,13%	4,08%	2,94%	2,78%	1,78%	1,76%	4,02%	4,77%	2,03%	6,22%	14,37%
ESE	7,04%	5,81%	3,40%	2,35%	3,94%	2,31%	2,10%	3,93%	4,92%	2,57%	7,28%	9,98%
SE	3,75%	3,33%	1,90%	1,86%	3,61%	2,90%	1,78%	3,47%	3,52%	2,93%	6,27%	5,60%
SSE	6,18%	4,66%	2,61%	1,48%	3,10%	3,25%	2,65%	3,42%	4,46%	4,97%	6,16%	6,11%
S	7,82%	4,45%	3,02%	1,74%	5,09%	4,53%	4,69%	6,44%	7,03%	6,61%	8,76%	7,97%
SSW	9,45%	7,80%	6,92%	4,44%	8,47%	6,65%	7,66%	8,48%	8,65%	13,98%	16,21%	14,08%
SW	13,77%	15,69%	10,82%	8,27%	9,55%	9,40%	9,07%	7,84%	8,02%	17,22%	20,06%	15,66%
WSW	1,84%	3,47%	4,72%	4,87%	9,57%	6,22%	7,30%	5,58%	5,50%	4,66%	2,66%	2,12%
W	1,09%	3,62%	11,88%	18,28%	10,16%	8,88%	10,23%	7,78%	6,17%	4,40%	2,51%	0,77%
WNW	0,31%	2,82%	10,01%	14,68%	14,30%	13,28%	13,28%	11,05%	8,76%	7,41%	3,64%	1,11%
NW	2,04%	3,03%	8,81%	10,48%	10,18%	11,93%	12,55%	9,31%	9,22%	9,49%	3,41%	1,99%
NNW	7,59%	5,44%	7,26%	7,21%	6,94%	8,95%	8,70%	7,96%	6,45%	7,02%	3,10%	3,33%
Calmes	1,56%	2,64%	3,23%	2,09%	1,48%	3,56%	5,21%	6,95%	6,08%	5,23%	4,04%	4,58%



Direction pour laquelle la fréquence des vents est la plus élevée pendant le mois

Direction pour laquelle la vitesse moyenne des vents est la plus élevée pendant le mois

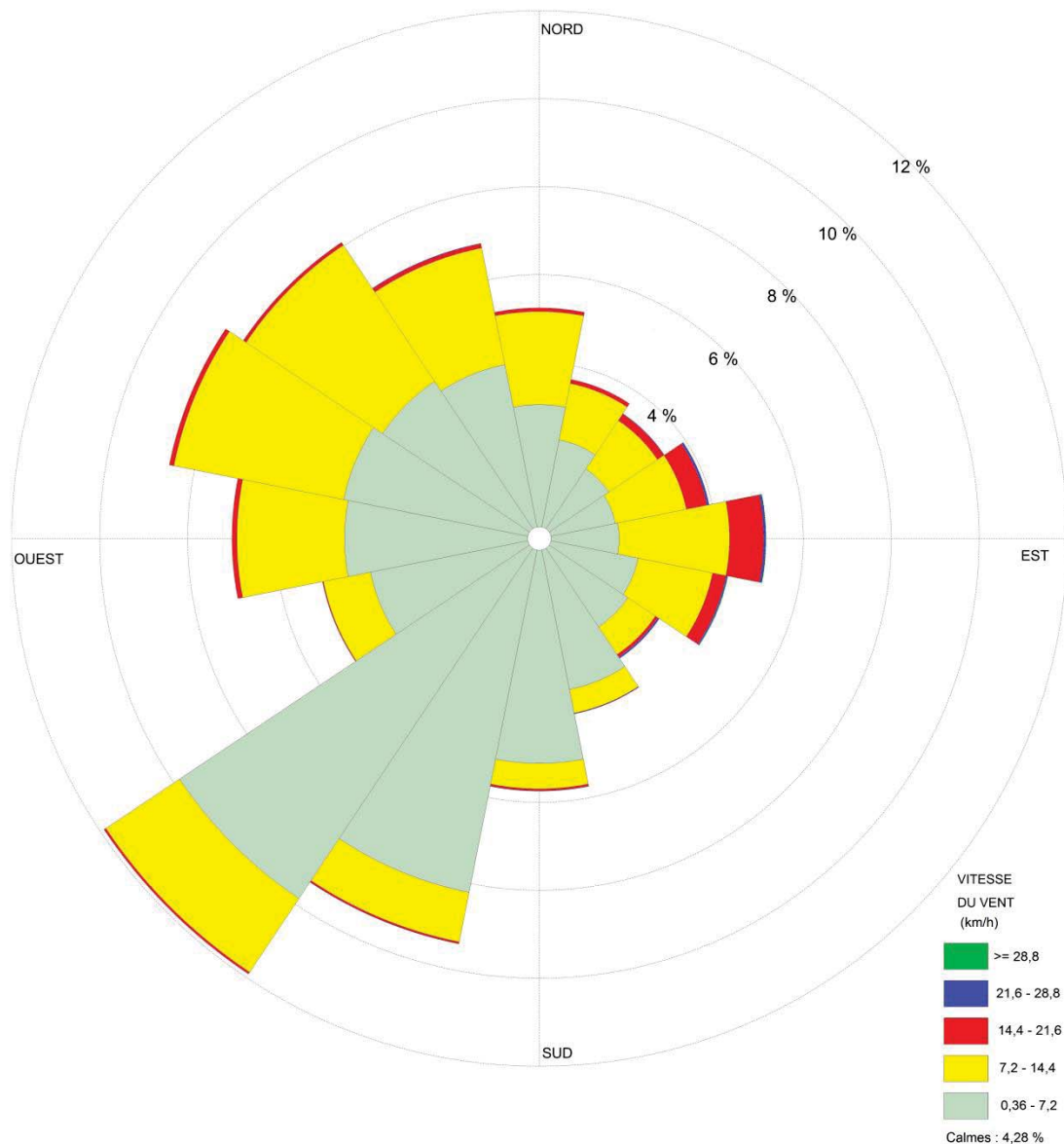


Figure 4.1.11 Rose des vents selon les données obtenues à la station de Boto (2016-2017)

4.1.1.8 Impacts des changements climatiques

Des études récentes consacrées à l'évolution du climat au Sénégal ont montré une augmentation de la température au Sénégal (voir section 4.1.1.2 et DEEC, 2010).

Tel que décrit à la figure 4.1.12, les différents modèles de prédiction utilisés à ce jour (USAID, 2013; GIEC, 2007; IPCC, 2014) concluent tous à une hausse des températures et ceci quel que soit le scénario considéré.

En effet, les températures minima et maxima devraient connaître une augmentation significative en passant de la période actuelle (moyenne 1968-2014) à 2020 ou 2050. Par ailleurs, les niveaux d'augmentation sont quasi identiques pour 2020 et 2050, quel que soit le modèle considéré.

Pour la température minimum, la hausse serait de l'ordre de 2 °C, passant de 22 °C à 24 °C, alors que le maximum serait de 5 °C, passant de 32 à 37 °C. Ces valeurs moyennes sont indicatives et pourraient être largement dépassées, car les observations journalières et mensuelles montrent parfois des maxima qui dépassent 40 °C.

Relativement aux ressources en eau, les résultats des divers modèles climatiques divergent. Toutefois, la majorité de ces modèles prévoient une réduction des ressources en eau, notamment de la pluviométrie (GIEC, 2007). Au Sénégal, de manière générale, cette baisse est évaluée à 17 % à l’horizon 2050 (Gaye, 2008).

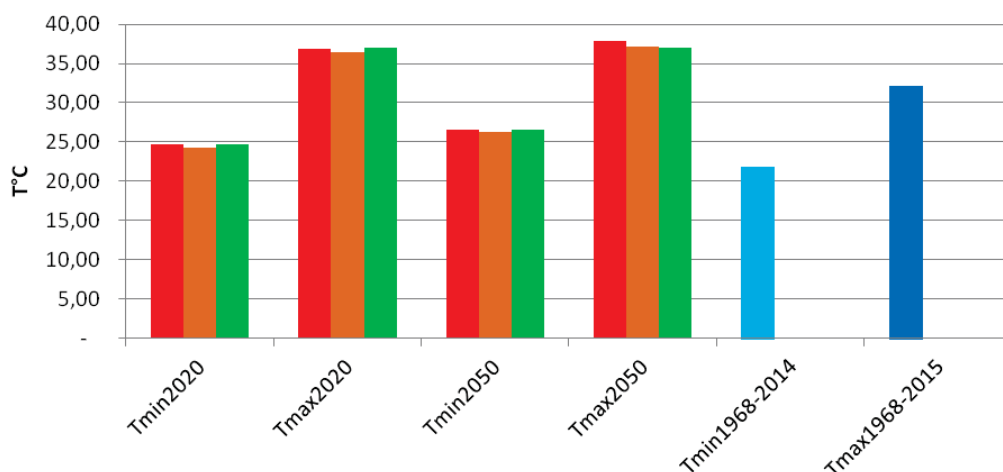


Figure 4.1.12 Projection des températures dans l’Est du Sénégal (rouge : scénario pessimiste; orange : scénario moyen; vert : scénario optimiste; bleu : valeurs mesurées)

4.1.2 Qualité de l’air

Une (01) station de caractérisation de la qualité de l’air ambiant a été installée à proximité du village de Guémedji. La station est dotée d’un échantillonneur GRIMM modèle 107. Les données de concentrations de poussières totales, de poussières de diamètres inférieurs à 10 micromètres (PM₁₀) et de poussières de diamètres inférieurs à 2,5 micromètres (PM_{2,5}) sont disponibles pour la période du 12 mai 2017 au 17 juillet 2017 et du 18 octobre 2017 au 1^{er} novembre 2017. L’énergie nécessaire au fonctionnement de la station est fournie par un panneau solaire, et la station est munie d’un enregistreur de données.

Les données ont été recueillies pendant la saison des pluies, qui s’étend normalement de mai à novembre. En raison du lessivage des particules présentes dans l’air par les précipitations, il est possible que les valeurs qui seraient obtenues lors de la saison sèche soient plus élevées. Le tableau 4.1.14 présente l’éventail des données recueillies et les valeurs moyennes mesurées. Si on compare ces valeurs aux objectifs de qualité de l’air visés pour le projet, on constate que les valeurs sont toutes inférieures aux lignes directrices de l’IFC/Banque mondiale et de l’Organisation mondiale pour la santé (OMS), qui sont de 50 µg/m³ sur 24 heures pour les matières particulaires de moins de 10 microns (PM₁₀) et de 25 µg/m³ sur 24 heures pour les matières particulaires de moins de 2,5 microns (PM_{2,5}) (OMS, 2016).

Tableau 4.1.14 Concentrations mesurées à la station d’échantillonnage de la qualité de l’air ambiant

Concentrations de particules en suspension mesurées sur 24 heures	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)
Valeur minimale	2,2	0,8
Valeur maximale	43,4	11,9
Moyenne	20,6	6,1
Valeur visée (lignes directrices de l’OMS)	50	25,0

4.1.3 Niveau sonore ambiant

Une caractérisation du niveau sonore ambiant a été réalisée les 16 et 17 mai 2015. Les mesures ont été prises avec un sonomètre intégrateur de type 1, modèle LxT, de Larson-Davis. Le rapport de la firme spécialisée en acoustique Yockell et Associés est présenté à l’annexe 4.1.3.

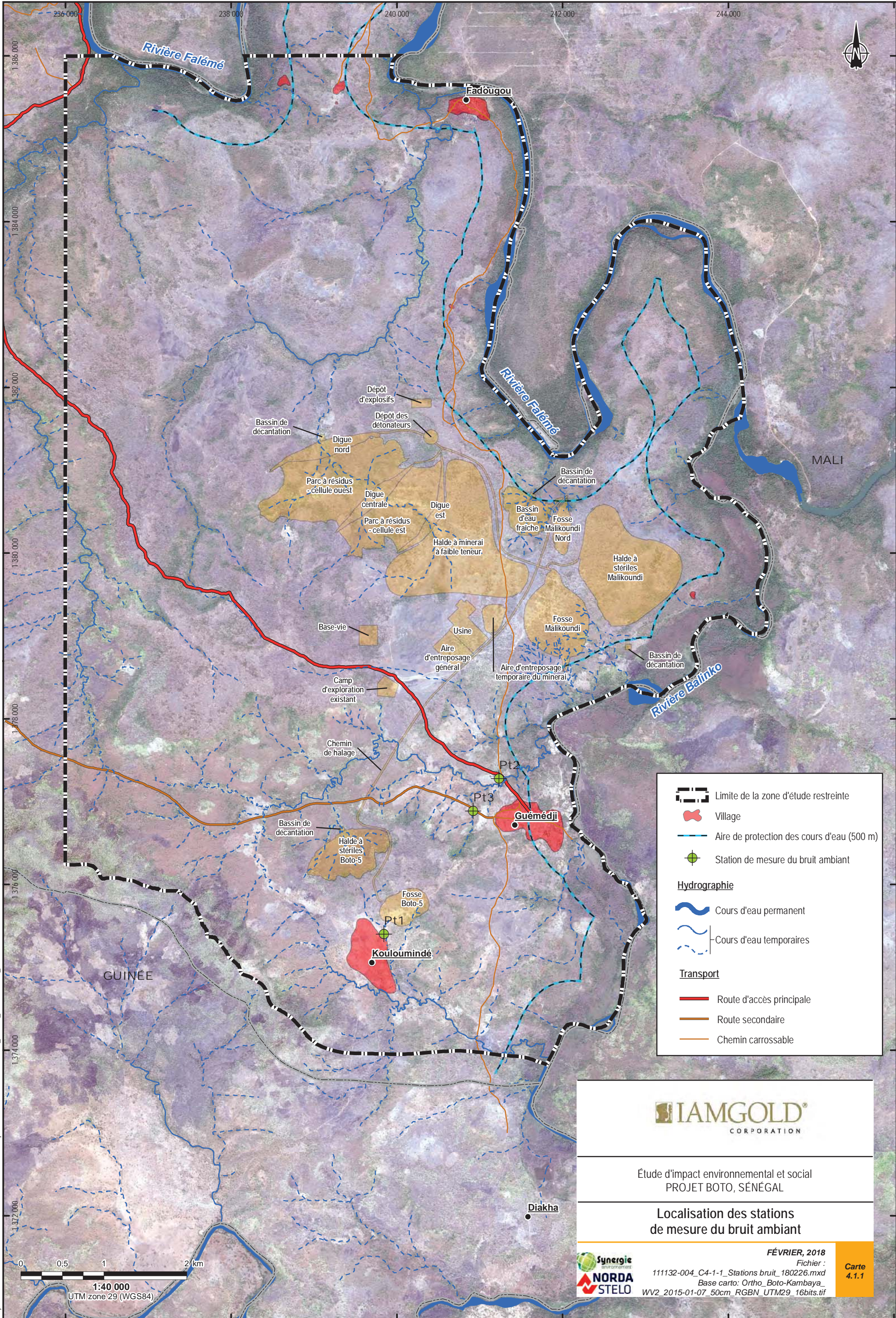
Les mesures ont été réalisées pendant une période nocturne à chacun des trois points d'étude. La station no 1 était localisée près du hameau de Kouloumindé, la station no 2 était située au nord de Guémedji et la station no 3 était localisée à l'ouest de Guémedji. Les mesures ont été réalisées pendant une période diurne à la station no 1 et à la station no 2. La localisation des stations de mesure est indiquée à la carte 4.1.1.

Le tableau 4.1.15 présente les résultats des niveaux de bruit mesurés. Ceux-ci sont comparés aux Directives de la SFI/Banque mondiale (2007) et aux valeurs limites de bruit pour l'exploitation présentées dans le Décret no 2001-282 du 12 avril 2001.

Les niveaux de bruit ambiant étaient conformes aux Directives de la SFI/Banque mondiale. Toutefois, le niveau de bruit mesuré pendant la nuit à la station no 3 était supérieur à la valeur limite du Décret no 2001-282. En fait, le Décret est plus sévère que les Directives de la SFI/Banque mondiale pour la période nocturne.

Tableau 4.1.15 Niveaux sonores ambiant dans les environs de Kouloumindé et de Guémedji

	Zonage	Niveau de référence LAeq, 1h	
		Jour (7h à 22h)	Nuit (22 h à 7h)
Directive IFC/Banque mondiale	Habitation	55	45
Décret no 2001-282	Habitation	60	40
Station no 1	Habitation	45,7	39,6
Station no 2	Habitation	40,1	39,1
Station no 3	Habitation	S.O.	41,2



Limite de la zone d'étude restreinte
 Limite de la zone d'étude restreinte

Village
 Village

Aire de protection des cours d'eau (500 m)
 Aire de protection des cours d'eau (500 m)

Station de mesure du bruit ambiant
 Station de mesure du bruit ambiant

Hydrographie

Cours d'eau permanent
 Cours d'eau permanent

Cours d'eau temporaires
 Cours d'eau temporaires

Transport

Route d'accès principale
 Route d'accès principale

Route secondaire
 Route secondaire

Chemin carrossable
 Chemin carrossable



Étude d'impact environnemental et social
 PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Localisation des stations
 de mesure du bruit ambiant**

Synergie
 environnement

NORDA
STELO

FÉVRIER, 2018
 Fichier :
 111132-004_C4-1-1_Stations bruit_180226.mxd
 Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_
 WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte
4.1.1

Emplacement: P:\111132_004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\11132-004_C4-1-1_Stations bruit_180226.mxd



4.1.4 Sols

4.1.4.1 Morphologie et pédologie

La zone du projet est marquée par des altitudes variables, allant de moins de 100 m à plus de 250 m du niveau au-dessus de la mer. Cette variation d'altitude est associée à différentes entités paysagères caractéristiques de cette partie du pays. C'est ainsi qu'on peut distinguer quatre grandes entités paysagères, soit les collines, les plateaux latéritiques, les plaines mixtes et les berges des cours d'eau (TROPICA, 2013). Les sols de surfaces sont typiques de la région du Sénégal oriental, soit des sols ferrugineux lessivés à concrétions et cuirasse ferrugineuses fréquemment affleurantes.

Les collines présentent une altitude maximale d'environ 260 m et sont recouvertes sur leurs versants, de sol à granulométrie passant du gravier à l'argile. Des blocs et cailloux sont également présents en surface due à l'érosion. Les plateaux de cuirasse latéritique ont une forme tabulaire et sont caractérisés par de vastes espaces d'altitudes ne dépassant pas 250 m. Ces plateaux présentent des formations latéritiques généralement lessivées, caractérisées par des surfaces planes et lisses à faiblement inclinées, très fortement indurées et très peu boisées. L'extrémité des plateaux latéritiques présentent des bordures très nettes dues à l'érosion. Les plaines sont caractérisées par de vastes espaces correspondant aux lits majeurs des cours d'eau et sont recouvertes par des sols majoritairement argilo-sableux. Les rivières Falémé et Balinko ont des plateaux et des pénélaines encaissées créant d'importants repères terrestres du côté est du permis (Iamgold, 2014). Les berges des cours d'eau sont, quant à elles caractérisées par la prédominance de sols argileux d'origine alluviale.

4.1.4.2 Qualité des sols

Afin de déterminer les impacts potentiels et futurs du projet BOTO sur la qualité des sols, l'état initial de la qualité de ceux-ci doit être bien documenté. Pour ce faire, une revue de la littérature existante a permis d'obtenir des informations sur les types de sols présents dans le secteur. Afin d'obtenir des données sur la qualité des sols de surface, des échantillons de sols de surface ont été prélevés sur le site du projet. Finalement, les informations sur les sols de surface de la base de données des résultats d'analyses géochimiques des métaux totaux d'IAMGOLD ont été utilisées.

4.1.4.2.1 Méthodologie

Un programme de caractérisation des sols a été réalisé afin de décrire les caractéristiques spécifiques des sols en place dans la zone d'étude. Les principales activités réalisées dans le cadre du programme de caractérisation sont :

- Des forages stratigraphiques à neuf emplacements situés dans la zone d'étude. Ces relevés visent également à récolter des données sur la stratigraphie ainsi que l'installation de puits d'observation pour l'échantillonnage de l'eau souterraine;
- Un échantillonnage des sols de surface de la zone d'étude de manière à documenter leurs caractéristiques physico-chimiques;
- Un examen de la base de données d'IAMGOLD contenant les résultats d'analyses géochimiques par ICP sur les sols de surface de la propriété;
- Le calcul des teneurs de fond géochimiques des sols de surface pour les paramètres des métaux et métalloïdes.

Vingt (20) échantillons de sols de surface ont été prélevés entre le 27 février et le 7 mars 2016 afin de caractériser la composition physico-chimique des sols de la zone d'étude. Les 20 stations d'échantillonnage ont été positionnées au droit des infrastructures projetées pour le projet Boto ainsi qu'au niveau de certains sites présentant un potentiel de contamination. L'emplacement des stations est illustré sur la carte 4.1.2.

Neuf (9) échantillons ont été prélevés dans les déblais provenant du premier mètre de chacun des forages réalisés pour l'installation des puits d'observation des eaux souterraines. Sept (7) échantillons ont été récoltés dans les déblais d'excavation de bacs à boue creusés pour la campagne de forage d'exploration prévue en mai 2016 et deux (2) échantillons proviennent de déblais générés par la réparation des chemins. De plus, deux (2) autres échantillons ont été prélevés dans les résidus générés par les activités d'orpaillage près du village de Guémedji. Un a été prélevé au droit de la pile de résidus où l'on utilise du mercure pour la récupération de l'or tandis que l'autre a été prélevé dans un secteur où le cyanure est utilisé.

Les sols observés dans les sondages ont d'abord fait l'objet d'un examen visuel et olfactif afin de décrire la stratigraphie des matériaux rencontrés. La classification des matériaux a été faite à partir d'un examen impliquant le recours au jugement et à l'interprétation des membres de l'équipe d'échantillonnage. Ensuite, un échantillon a été prélevé manuellement et déposé dans un sac (Whirl-Pak). Les échantillons ont été prélevés dans les différents déblais provenant d'une profondeur de 0 à 1 mètre. Une fois remplis, les sacs ont été fermés hermétiquement, placés dans une glacière, puis congelés jusqu'au moment de l'envoi. Lors de l'envoi des échantillons, ceux-ci ont été conservés au froid (4 °C) et envoyés au laboratoire d'analyse dans les délais prescrits.

Les paramètres suivants ont été analysés par le laboratoire Maxxam Analytique de Montréal au Canada :

- Métaux extractibles totaux (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, U, V et Zn);
- Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀;
- Cyanures totaux pour les deux échantillons des sites d'orpaillage.

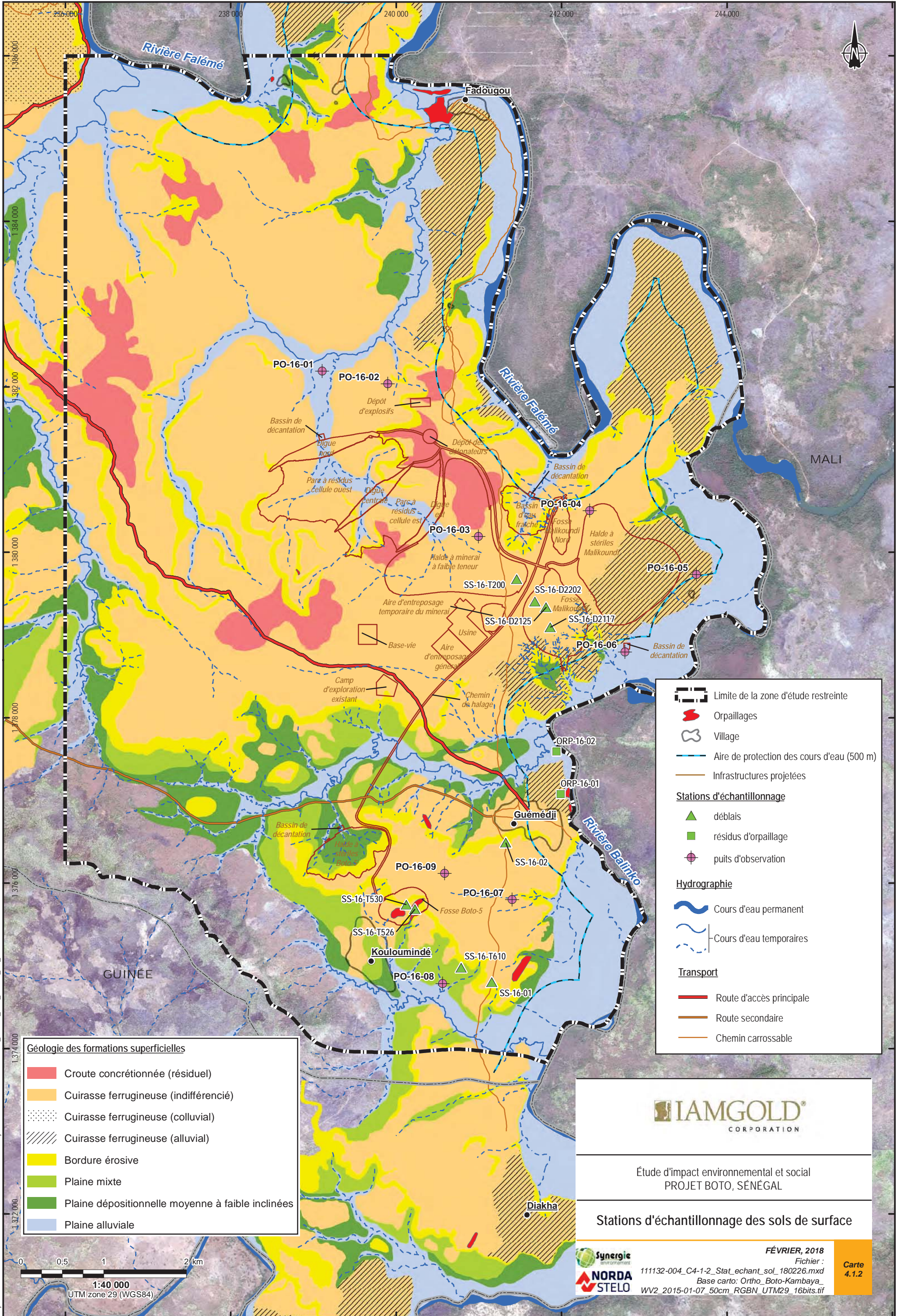
Finalement, les 18 résultats des métaux extractibles totaux provenant des sols de surface (déblais de forages et bacs à boue) ont été utilisés afin de déterminer les teneurs de fond des sols du premier mètre en surface. Ainsi, les teneurs de fond pour chacun des métaux étudiés ont été déterminées à partir du 98^e centile des données d'analyses. Cette valeur a été sélectionnée afin de minimiser l'influence potentielle de données aberrantes et de caractériser les teneurs naturelles maximales, en évitant d'inclure les échantillons qui pourraient avoir fait l'objet d'erreurs analytiques ou d'échantillonnage. Dans les cas où les résultats étaient sous la limite de détection, les valeurs ont été substituées par la moitié de la valeur de la limite de détection de la méthode d'analyse.

4.1.4.2.2 Programme d'assurance et de contrôle qualité

Un contrôle de la qualité a été appliqué lors des travaux d'échantillonnage afin d'éliminer les risques de contamination entre les échantillons de sol. Le contrôle de qualité sur le terrain a inclus, entre autres, les éléments suivants :

- Supervision constante des travaux;
- Nettoyage des instruments de mesure et d'échantillonnage avant chaque prélèvement;
- Manipulation minutieuse des contenants d'échantillonnage (sac Whirl-Pak) avec des gants en nitrile;
- Maintien des échantillons au froid.

Deux (2) duplicatas de terrain ont également été prélevés. Le tableau 4.1.16 illustre la variabilité observée entre les échantillons prélevés en duplicata. Pour les analyses de sols, la variabilité est jugée acceptable lorsque la différence relative des résultats observés est inférieure à 30 %. Les valeurs du manganèse pour l'échantillon SS-16 étaient significativement différentes.



- Limite de la zone d'étude restreinte
- Orpailages
- Village
- Aire de protection des cours d'eau (500 m)
- Infrastructures projetées
- Stations d'échantillonnage**
 - déblais
 - résidus d'orpaillage
 - puits d'observation
- Hydrographie**
 - Cours d'eau permanent
 - Cours d'eau temporaires
- Transport**
 - Route d'accès principale
 - Route secondaire
 - Chemin carrossable

- Géologie des formations superficielles**
- Croute concrétionnée (résiduel)
 - Cuirasse ferrugineuse (indifférencié)
 - Cuirasse ferrugineuse (colluvial)
 - Cuirasse ferrugineuse (alluvial)
 - Bordure érosive
 - Plaine mixte
 - Plaine dépositionnelle moyenne à faible inclinées
 - Plaine alluviale

IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

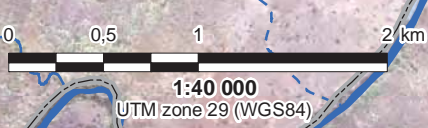
Stations d'échantillonnage des sols de surface

FÉVRIER, 2018
Fichier : 111132-004_C4-1-2_Stat_echant_sol_180226.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.1.2

Synergie
 NORDA STELO

Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\11132-004_C4-1-2_Stat_echant_sol_180226.mxd



4.1.4.2.3 Critères d'interprétation des résultats d'analyses

Il n'existe actuellement aucune norme ou réglementation concernant la qualité des sols au Sénégal. Ainsi, les résultats d'analyses ont été comparés aux recommandations nationales canadiennes du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) et aux recommandations américaines de l'U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). Ces recommandations sont basées sur l'évaluation des risques liés à la présence de contaminants dans les sols ainsi qu'aux voies d'exposition de ces contaminants. De par les diverses activités présentes ou projetées à l'intérieur de la zone d'étude, tant agricoles qu'industrielles, les résultats d'analyses ont été comparés recommandations pour usage agricole ou industriel du CCME et aux recommandations pour usage industriel de l'USEPA.

4.1.4.3 Résultats

Le tableau 4.1.17 présente l'ensemble des résultats de qualité des sols alors que les certificats d'analyse fournis par le laboratoire sont présentés à l'annexe 4.1.4. Les résultats des calculs des teneurs de fond géochimiques des sols de surface sont présentés au tableau 4.1.18.

4.1.4.3.1 Contenus en métaux et métalloïdes

Les contenus en métaux extractible totaux ont ainsi été obtenus par digestion partielle par un mélange d'acides nitrique et chlorhydrique (*aqua regia*). Cette méthode d'analyse fournit le contenu en métaux disponibles pour l'environnement. En effet, les métaux inclus dans le réseau cristallin du solide ne sont pas dissous par cette méthode contrairement à l'analyse des métaux totaux qui extrait l'ensemble des minéraux contenus dans le réseau cristallin de l'échantillon.

Ainsi, par ordre décroissant par rapport à la médiane (tableau 4.1.18), les éléments les plus abondants mesurés par l'analyse des métaux extractible totaux dans les sols de surface sont le fer (63 000 mg/kg), l'aluminium (8 900 mg/kg), le vanadium (165 mg/kg), le chrome (145 mg/kg) et le manganèse (130 mg/kg).

Pour les échantillons prélevés, certains dépassements ont été observés pour l'arsenic, le chrome, le cuivre et le vanadium. Par conséquent, les résultats pour ces paramètres sont présentés dans les sous-sections qui suivent. Les autres paramètres des métaux et métalloïdes respectent les critères utilisés pour les fins de comparaison.

4.1.4.3.2 Arsenic

Pour les échantillons prélevés dans les sols, on note des dépassements des valeurs de références pour l'arsenic dans deux échantillons (PO-16-02 et ORP-16-01) (tableau 4.1.17). En effet, un contenu de 17 mg/kg a été mesuré dans l'échantillon PO-16-02, ce qui est supérieur aux recommandations pour usages agricole et industriel du CCME (12 mg/kg). La valeur en arsenic mesurée dans l'échantillon PO-16-02 (17 mg/kg) est supérieure à la teneur de fond mesurée pour ce paramètre (13 mg/kg) (tableau 4.1.18). Cette valeur supérieure à la teneur de fond et aux recommandations du CCME pourrait être attribuable à une valeur aberrante bien que d'origine probablement naturelle. IAMGOLD a répertorié lors des campagnes d'exploration de surface des concentrations moyennes en arsenic total de 13 mg/kg avec une valeur du 95^e centile de 102 mg/kg. Ces valeurs montrent bien l'hétérogénéité de ce paramètre dans les sols de la propriété. De plus, le rapport NI43-101 du projet Boto (RPA, 2013) rapporte également la présence d'arsenic dans la minéralisation en pyrite et en moindre mesure sous forme d'arsénopyrite.

Le seul autre dépassement observé a été mesuré dans l'échantillon prélevé au droit de la pile de résidus d'orpaillage où l'on utilise du mercure pour l'extraction de l'or du village de Guémedji. L'échantillon ORP-16-01 a montré un contenu en arsenic extractible de 25 mg/kg, ce qui est supérieur aux recommandations du CCME (12 mg/kg).

4.1.4.3.3 Chrome

Les recommandations pour le chrome pour les usages agricole (64 mg/kg) et industriel (87 mg/kg) du CCME ainsi que la recommandation pour usage industriel de l'USEPA (38 mg/kg) ont été dépassées dans 15 des 18 échantillons de sols. De plus, les deux échantillons qui ont été prélevés dans les résidus d'orpaillage près du village de Guémedji ont aussi présenté des contenus supérieurs aux trois valeurs de références citées précédemment.

La teneur de bruit de fond pour le chrome (297 mg/kg) est de loin supérieure aux recommandations du CCME et de l'USEPA (tableau 4.1.18). Malgré les dépassements fréquents des valeurs recommandées par le CCME et l'USEPA, le contenu en chrome de la zone d'étude peuvent être considérés comme étant d'origine naturelle puisque les sites d'échantillonnage sélectionnés n'ont pas été perturbés par l'activité humaine.

Tableau 4.1.16 Résultats des analyses réalisées dans le cadre du programme d'assurance de la qualité du programme de caractérisation de la qualité des sols

Paramètres	Unité	LDM	Échantillon QA/QC		% PDR	Échantillon QA/QC		% PDR
			PO-16-09	PO-16-DUP1		SS-16-T200	SS-16-DUP2	
Coordonnées X			-	-		-	-	
Coordonnées Y			-	-		-	-	
Profondeur à la station (m)			0-1m			0-1m		
Date d'échantillonnage			2016-03-03	2016-03-03		2016-03-07	2016-03-07	
Métaux et métalloïdes extractibles								
Aluminium (Al)	mg/kg	20	6400	5900	8%	13000	11000	17%
Antimoine (Sb)	mg/kg	2	<2	<2	0%	<2	<2	0%
Argent (Ag)	mg/kg	0,5	<0,5	<0,5	0%	<0,5	<0,5	0%
Arsenic (As)	mg/kg	5	<5	<5	0%	<5	<5	0%
Baryum (Ba)	mg/kg	5	8	11	32%	47	53	12%
Béryllium (Be)	mg/kg	0,5	<0,5	<0,5	0%	0,5	<0,5	0%
Bore (B)	mg/kg	5	<5	<5	0%	<5	<5	0%
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,5	<0,5	<0,5	0%	<0,5	<0,5	0%
Chrome (Cr)	mg/kg	2	250	220	13%	29	26	11%
Cuivre (Cu)	mg/kg	2	22	21	5%	7	6	15%
Étain (Sn)	mg/kg	4	<4	<4	0%	<4	<4	0%
Fer (Fe)	mg/kg	10	89000	77000	14%	19000	17000	11%
Manganèse (Mn)	mg/kg	2	53	45	16%	110	170	43%
Mercure (Hg)	mg/kg	0,02	0,03	0,02	40%	<0,02	<0,02	0%
Molybdène (Mo)	mg/kg	1	2	1	67%	<1	<1	0%
Nickel (Ni)	mg/kg	1	3	4	29%	7	5	33%
Plomb (Pb)	mg/kg	5	9	9	0%	8	8	0%
Sélénium (Se)	mg/kg	1	<1	<1	0%	<1	<1	0%
Thallium (Tl)	mg/kg	2	<2	<2	0%	<2	<2	0%
Uranium (U)	mg/kg	5	<5	<5	0%	<5	<5	0%
Vanadium (V)	mg/kg	5	240	210	13%	44	37	17%
Zinc (Zn)	mg/kg	10	<10	<10	0%	<10	<10	0%
Carbone organique et hydrocarbures pétroliers								
Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀)	mg/kg	100	240	210	13%	<100	<100	0%

De plus, les contenus totaux moyens obtenus par IAMGOLD par analyses des métaux totaux lors des différentes campagnes d'exploration dans les sols de surface montrent des valeurs moyennes de 334 mg/kg avec une valeur du 95^e centile de 718 mg/kg. Ces résultats confirment les forts contenus naturels en chrome sur la propriété.

4.1.4.3.4 Cuivre

Les 18 échantillons de sols de surface montrent tous des contenus en cuivre sous les valeurs de référence du CCME pour les usages agricole (63 mg/kg) et industriel (91 mg/kg) (tableau 4.1.17). La teneur de fond calculée pour le cuivre est de 27 mg/kg (tableau 4.1.18).

L'échantillon ORP-16-01, prélevé au droit de la pile de résidus d'un site où l'on utilise du mercure pour l'extraction de l'or montre quant à lui, un contenu en cuivre de 90 mg/kg, ce qui est supérieur à la recommandation du CCME pour un usage agricole (64 mg/kg). De plus, l'échantillon ORP-16-02, prélevé dans la pile de résidus d'un site où le cyanure est utilisé a montré un contenu de 100 mg/kg, ce qui est supérieur aux recommandations du CCME pour les usages agricole et industriel. Les deux échantillons ont aussi montré des contenus supérieurs à la teneur de fond calculée (27 mg/kg). Les résidus d'orpaillage peuvent donc être considérés comme une source de contamination du milieu naturel par le cuivre.

4.1.4.3.5 Mercure

Pour le mercure, toutes les valeurs utilisées pour fins de comparaisons dans les sols ont été respectées (tableau 4.1.17). Toutefois, une teneur de 0,41 mg/kg a été détectée dans l'échantillon ORP-16-01 qui a été prélevé au droit de la pile de résidus du site où l'on utilise du mercure. Cette valeur est supérieure à la teneur de fond calculée (0,05 mg/kg) (tableau 4.1.18). Les résidus d'orpaillage peuvent donc être considérés comme une source de contamination du milieu naturel par le mercure. La présence de mercure dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé corrobore cette affirmation.

4.1.4.3.6 Vanadium

Douze (12) des 18 échantillons de sols ont montré un contenu en vanadium supérieur à la valeur recommandée par le CCME (130 mg/kg) pour les usages agricole et industriel (tableau 4.1.17). De plus, l'échantillon ORP-16-02, prélevé dans la pile de résidus du site où le cyanure est utilisé a montré un contenu de 140 mg/kg, ce qui est supérieur aux recommandations du CCME. Le calcul des teneurs de fond pour le vanadium dans les sols de surface montre une valeur de 306 mg/kg (tableau 4.1.18). Ainsi, les teneurs en vanadium peuvent être considérées comme étant d'origine naturelle malgré les nombreux dépassements des valeurs recommandées par le CCME. Les contenus totaux mesurés par IAMGOLD par analyses montrent une moyenne de 152 mg/kg et une valeur du 95^e centile de 694 mg/kg. Ces résultats confirment les forts contenus naturels en vanadium sur la propriété.

4.1.4.3.7 Cyanures totaux

Seuls les deux échantillons prélevés dans les résidus d'orpaillage près du village de Guémedji ont été soumis à l'analyse des cyanures totaux. La présence de cyanure n'a pas été détectée dans l'échantillon ORP-16-01, ce qui est prévisible puisque ce produit n'est pas utilisé dans le secteur où l'échantillon a été récolté (tableau 4.1.17). Cependant, une concentration de 150 mg/kg a été mesurée dans l'échantillon ORP-16-02, ce qui est supérieur aux recommandations pour usages agricole et industrielle du CCME, de même qu'à la recommandation pour usage industriel de l'USEPA. Ce résultat était également prévisible puisque l'échantillon a été prélevé dans la pile de résidus du site où le cyanure avait été utilisé le plus récemment.

L'atténuation des cyanures dans les sols se fait relativement aisément selon certaines conditions telles qu'un pH neutre ou alcalin, des conditions aérobie, une forte teneur en argile, de fortes charges positives et la présence de matières organiques et d'oxydes de fer ou d'autres métaux (Fuller, 1984). L'utilisation de

cyanures dans ce secteur présente néanmoins un risque de contamination des sols et des autres composantes du milieu naturel.

4.1.4.3.8 Composés organiques

Parmi les composés organiques, seul le paramètre des hydrocarbures pétroliers (HP C₁₀-C₅₀) a été analysé. Cette analyse est un paramètre intégrateur qui permet de vérifier la présence de contamination anthropique par des produits pétroliers et de les identifier le cas échéant. Toutes les analyses faites sur les échantillons de déblais de route et des bacs à boue montrent des valeurs sous la limite de détection de 100 mg/kg (tableau 4.1.17). Toutefois, la présence d'hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀ a été détectée dans huit des neuf échantillons recueillis dans les déblais de forage. Les concentrations mesurées varient de 190 mg/kg à 1 300 mg/kg.

L'identification de produits pétrolier (IPP) par chromatographie a révélé que les hydrocarbures retrouvés dans ces échantillons sont semblables à des huiles lubrifiantes. Puisque la présence d'hydrocarbures a été détectée seulement dans les échantillons prélevés dans les forages, il est vraisemblable de croire que cette contamination a été induite par l'utilisation d'huile lubrifiante pour le marteau de forage. Ceci montre que la technique d'échantillonnage par forage RC (Reverse Circulation) n'est pas adaptée à l'échantillonnage environnemental pour les hydrocarbures pétroliers.

4.1.5 Hydrogéologie et eaux souterraines

4.1.5.1 Contexte hydrogéologique

Dans le secteur du projet Boto, le socle est constitué de formations méta-sédimentaires recouvertes par un manteau latéritique cuirassés ou non, formé par l'altération physico-chimique du socle en climat humide et chaud. Les cuirasses latéritiques jouent un rôle important dans la morphologie du secteur puisqu'elles forment des buttes-témoins et des plateaux en raison de leur résistance à l'érosion mécanique et chimique. À l'inverse, les terrains latéritiques non cuirassés et plus propices à l'érosion encaissent des vallées à pentes souvent abruptes dans lequel se développe le réseau hydrographique actuel tributaire des rivières Balinko et Falémé.

Les travaux de prospection hydrogéologiques réalisés dans le secteur montrent que deux types de formations aquifères se distinguent dans ce contexte (Diouf, 1999) :

- Les aquifères superficiels contenues dans les nappes colluvio-alluviales perchées et dans les altérites argileuses à sableuses;
- Les aquifères profonds du roc fissurée ou faillée.

Tableau 4.1.17 Qualité des sols de surface de la zone d'étude

Paramètre	Unité	Recommandations canadiennes pour la qualité des sols: environnement et santé humaine		United States Environmental Protection Agency (USEPA)	LDM	CC9731	CC9732	CC9733	CC9734	CC9735	CC9736	CC9737	CC9738	CC9739	CC9741	CC9742	CC9743	CC9744	CC9745	CC9746	CC9747	CC9748	CC9749	CC9751	CC9752		
		2016-03-06	2016-03-06			2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-02-28	2016-02-28	2016-02-29	2016-02-27	2016-03-01	2016-03-01	2016-03-02	2016-03-02	2016-03-03	2016-03-07	2016-03-07
		SS-16-01	SS-16-02			SS-16-T610	SS-16-T526	SS-16-T530	SS-16-D2117	SS-16-D2202	SS-16-D2125	SS-16-T200	PO-16-01	PO-16-02	PO-16-03	PO-16-04	PO-16-05	PO-16-06	PO-16-07	PO-16-08	PO-16-09	ORP-16-01	ORP-16-02				
Métaux																											
Aluminium (Al)	mg/kg	-	-	-	20	6500	14000	3000	7400	10000	12000	11000	11000	13000	5400	10000	11000	7300	10000	6800	7800	5500	6400	3800	4500		
Antimoine (Sb)	mg/kg	20	40	5	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		
Argent (Ag)	mg/kg	20	40	34	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	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		
Arsenic (As)	mg/kg	12	12	29 ^c	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	17	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	25	9			
Baryum (Ba)	mg/kg	750	2000	1600	5	6	45	9	8	20	23	16	35	47	34	25	24	21	71	62	37	36	8	43	12		
Béryllium (Be)	mg/kg	4	8	63	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	0.6	0.9	0.5	<0.5	1.0	<0.5	1.1	<0.5	<0.5			
Bore (B)	mg/kg	2	-	-	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		
Cadmium (Cd)	mg/kg	1.4	22	8 ^c	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	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5			
Chrome (Cr)	mg/kg	64	87	38 ^c	2	140	100	67	120	150	190	37	100	29	36	290	170	160	150	73	170	300	250	110	220		
Cuivre (Cu)	mg/kg	63	91	-	2	5	9	4	18	15	7	5	11	7	13	16	15	23	22	29	18	17	22	90	100		
Etain (Sn)	mg/kg	-	-	-	4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4		
Fer (Fe)	mg/kg	-	-	-	10	67000	44000	23000	51000	75000	92000	19000	62000	19000	17000	86000	77000	66000	77000	28000	64000	51000	89000	39000	60000		
Manganèse (Mn)	mg/kg	-	-	-	2	180	430	26	100	150	310	15	300	110	150	74	91	69	340	360	190	60	53	150	85		
Mercure (Hg)	mg/kg	6.6	50	2 ^c	0.02	0.05	0.04	<0.02	0.02	0.04	<0.02	<0.02	0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	0.03	0.41	0.06		
Molybdène (Mo)	mg/kg	5	40	-	1	2	<1	<1	1	2	1	<1	1	<1	2	<1	1	1	<1	1	1	2	1	2			
Nickel (Ni)	mg/kg	50	50	130 ^c	1	3	6	4	3	3	3	4	4	7	7	25	23	11	5	22	6	28	3	19	9		
Plomb (Pb)	mg/kg	70	600	1 ^a	5	8	12	<5	9	12	20	7	18	8	5	7	7	7	40	7	10	7	9	10	14		
Sélénium (Se)	mg/kg	1	2.9	5 ^c	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
Thallium (Tl)	mg/kg	1	1	1	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		
Uranium (U)	mg/kg	23	300	-	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		
Vanadium (V)	mg/kg	130	130	6000	5	170	120	57	150	220	190	53	150	44	42	230	170	160	180	76	170	340	240	79	140		
Zinc (Zn)	mg/kg	200	360	12 000 ^{a,d}	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	16	<10	<10	17	<10	34	10	<10	<10	30	110		
PARAMÈTRES CONVENTIONNELS																											
Cyanures Totaux	mg/kg	0.9	8	40	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.5	150		
Hydrocarbures pétroliers																											
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	-	-	-	100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	900	620	1300	<100	790	600	610	190	190	<100	<100		
XXX	Excède la recommandation canadienne pour l'usage agricole																										
XXX	Excède la recommandation canadienne pour l'usage industriel																										
XXX	Excède le critère américain																										

Notes :

* Critères de l'EPA pour un facteur de dilution de 20 (Dilution Attenuation Factor =20) (<http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/soil/>)

Tableau 4.1.18 Teneurs de fond pour les métaux et métalloïdes dans les sols de surface de la zone d'étude

Paramètre	Unité	LDM	Statistiques descriptives									
			Moyenne	Minimum	Médiane	Maximum	Écart-type	25e centile	75e centile	90e centile	95e centile	98e centile (teneur de fond)
Métaux												
Aluminium (Al)	mg/kg	20	8783	3000	8900	14000	2971	6575	11000	12300	13150	13660
Antimoine (Sb)	mg/kg	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Argent (Ag)	mg/kg	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Arsenic (As)	mg/kg	5	3.5	3	3	17	3.5	2.5	2.5	3.6	7.6	13
Baryum (Ba)	mg/kg	5	29	6	25	71	18	17	37	52	63	68
Béryllium (Be)	mg/kg	0.5	0.4	0.3	0.3	1.1	0.3	0.3	0.5	0.9	1.0	1.1
Bore (B)	mg/kg	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Chrome (Cr)	mg/kg	2	141	29	145	300	81	80	170	262	292	297
Cuivre (Cu)	mg/kg	2	14	4	15	29	7	8	18	22	24	27
Etain (Sn)	mg/kg	4	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
Fer (Fe)	mg/kg	10	55944	17000	63000	92000	25639	32000	76500	86900	89450	90980
Manganèse (Mn)	mg/kg	2	167	15	130	430	127	70	273	346	371	406
Mercure (Hg)	mg/kg	0.002	0.02	0	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05
Molybdène (Mo)	mg/kg	1	1.0	0.5	1.0	2.0	0.6	0.5	1.0	2.0	2.0	2.0
Nickel (Ni)	mg/kg	1	9	3	6	28	9	3	10	24	25	27
Plomb (Pb)	mg/kg	5	11	3	8	40	8	7	12	19	23	33
Sélénium (Se)	mg/kg	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Thallium (Tl)	mg/kg	2	1.0	1	1	1	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Uranium (U)	mg/kg	5	2.5	3	3	3	0.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Vanadium (V)	mg/kg	5	153	42	165	340	79	87	188	233	255	306
Zinc (Zn)	mg/kg	10	5	1	1	34	9	1	1	16	20	28
PARAMÈTRES CONVENTIONNELS												
Cyanures Totaux	mg/kg	0.5										
Hydrocarbures pétroliers												
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50)	mg/kg	100										
XXX	Excède la recommandation canadienne pour l'usage agricole											
XXX	Excède la recommandation canadienne pour l'usage industriel											
XXX	Excède le critère américain											

Notes :

* Critères de l'EPA pour un facteur de dilution de 20 (Dilution Attenuation Factor =20) (<http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/soil/>)

¹ Critères validés par une approche de protection de la santé humaine (évaluation de risque réalisée à partir de scénarios génériques en fonction de l'usage) par le Service d'analyse de risque du MEF (ensuite appelé le Groupe d'analyse de risque), en collaboration avec le Service de l'écotoxicité. Lorsque les valeurs apparaissent élevées (par exemple dans le cas du critère C du phtalate de dibutyle), il est alors approprié de vérifier si l'application du critère basé sur la santé publique assure également la protection de l'écosystème. Dans ce cas, la quantification sera tolérée comme seuil à respecter; le critère demeure toutefois l'objectif à atteindre.

¹ Les critères provisoires pour la qualité des sols (CCME, 1991) sont conservés comme la recommandation environnementale pour la qualité des sols pour l'utilisation de ce terrain, car les données étaient insuffisantes ou inadéquates pour calculer une RQS_E ou une RQS_{SH} qui contiennent cet HAP.

² Les données étaient insuffisantes ou inadéquates pour mettre à jour la RQS_E provisoire de 1997 et on n'a pas tenté de calculer une RQS_{SH} ou une RQS_{SH} provisoire; par conséquent, la RQS_E provisoire de 1997 est conservée comme recommandation pour la qualité des sols.

³ Les données étaient insuffisantes ou inadéquates pour le calcul d'une RQS_E ou d'une RQS_{SH} provisoire et on n'a pas tenté de calculer une RQS_{SH} ou une RQS_{SH} provisoire; par conséquent, les critères provisoires pour la qualité des sols (CCME, 1991) sont conservés car, à la surface, il faut appliquer la recommandation pour la qualité des sols visant la protection de la vie aquatique (RQS_{VA}). Consultez d'autres juridictions pour la protection de la santé humaine contre le phénanthrène.

^a Les valeurs indiquées correspondent à un risque de noncancer de 1.

^b Les valeurs calculées correspondent à un risque de cancer de 1 sur 1 000 000.

^c Pour un pH de 6,8.

^d Le niveau indiqué a été ajusté avec un facteur de 0,5 pc

^e U niveau d'analyse de 400 mg/kg a été défini pour le plomb en se basant sur les critères intérimaires pour les sols des Sites CERCLA et RCRA pour les sites correctionnels (U.S. EPA, 1994).

4.1.5.1.1 Aquifères superficiels (colluvio-alluvial et altérites)

Dans le secteur de Boto, les fonds de vallée sont généralement comblés par les colluvions et les alluvions. Lorsque l'épaisseur de ces formations est importante, c'est à dire de quelques dizaines de mètres, ces dépôts sont couramment saturés en eau même en l'absence d'un cours d'eau permanent. Malgré leur productivité qui peut être limitée, ces aquifères représentent une ressource en eau importante pour l'approvisionnement des collectivités du secteur en raison de leur faible profondeur (généralement moins de 10 mètres) ce qui rend leur exploitation plus facile. Puisque peu profonds, ces aquifères sont par le fait même vulnérables à la contamination.

Sous les couches latéritiques riches en oxydes et hydroxydes de fer, cuirassées ou non, on retrouve la plupart du temps des unités importantes d'altérites argileuses à sableuses (saprofite) qui proviennent de la transformation de la roche sous-jacente. À l'inverse des alluvions, les altérites forment un ensemble présentant une succession graduelle plutôt que des horizons bien individualisés. Toutefois, on peut remarquer un profil granodécroissant le long de l'unité d'altération. L'épaisseur des altérites, estimée par les puits et sondages, varie généralement entre 5 et 30 mètres, mais peut atteindre jusqu'à 50 mètres à certains endroits. L'abondance des altérites dans le secteur en fait des formations aquifères d'importance, bien que ces aquifères soient généralement plus profonds et plus difficiles à atteindre que les aquifères alluviaux, en particulier lorsque recouverts par les cuirasses latéritiques.

4.1.5.1.2 Aquifères du roc

Les nombreux événements tectoniques survenus dans la région ont été accompagnés par des injections de filons tardifs (pegmatites, dolérites, quartz) dans les roches encaissantes et la création de zones de cisaillement. Ce contexte structural offre parfois des conditions hydrogéologiques favorables à l'existence d'aquifères qui peuvent emmagasiner les eaux souterraines. Ainsi, la productivité des aquifères au roc dans le secteur est tributaire de la présence des réseaux de fissures qui affectent la partie supérieure du roc ainsi que système de failles et grands éléments structuraux qui traversent le roc. Les aquifères du roc sont généralement reliés aux aquifères superficiels et présentent fréquemment des caractéristiques hydrogéologiques similaires. Les observations faites sur les aquifères du socle rocheux (Diouf, 1999; UNICEF, 2010), permettent de conclure que les formations rocheuses ne contiennent pas de réserves profondes importantes ou généralisées en eaux souterraines. Lorsqu'existantes, les ressources en eau sont présentes dans des conditions géologiques très particulières tel que les réseaux de fractures, les zones de cisaillements et les filons.

4.1.5.2 Propriétés hydrogéologiques

4.1.5.2.1 Niveaux des eaux souterraines et piézométrie

Les relevés hydrogéologiques effectués dans le secteur du projet Boto ont servi à définir les patrons d'écoulement localisés des eaux souterraines des aquifères superficiels. Les puits d'observations installés par Norda Stelo en 2016 et certains forages miniers aménagés sur le site du projet ont permis de mesurer la profondeur du toit de l'eau souterraine. À partir de l'élévation des niveaux statiques des eaux souterraines, une carte préliminaire de la piézométrie a été réalisée par interpolation numérique à partir des valeurs mesurées sur le terrain. La carte piézométrique obtenue par cette modélisation représente la distribution spatiale des charges hydrauliques et peut être utilisée afin de déterminer les directions d'écoulement des eaux souterraines (carte 4.1.3). Les niveaux piézométriques des 15 puits d'observation installés par Knight Piesold en juin 2017 dans les secteurs des fosses Malikoundi, Malikoundi Nord et Boto-5 n'ont pas été considérés pour la création de la carte piézométrique puisque ces relevés étaient trop espacés dans le temps par rapport à ceux de 2016. Les niveaux mesurés en 2017 sont tout de même mentionnés ci-après à titre comparatif.

La connaissance des différentes composantes du réseau d'écoulement des eaux souterraines sur le site du projet peut ainsi permettre d'évaluer les liens hydrauliques entre les eaux de surface et les eaux souterraines, ainsi que le risque de migration potentielle de contaminants vers les différents milieux récepteurs. Au niveau de la piézométrie, il est possible de considérer que malgré la grande variabilité de leurs caractéristiques, les niveaux des aquifères superficiels et du roc communiquent entre eux, ce qui rend possible la représentation d'une surface piézométrique commune.

Ainsi, les relevés des niveaux d'eau dans les puits d'observation installés par Norda Stelo indiquent que les niveaux piézométriques mesurés le 6 mars 2016 se situaient à des élévations comprises entre 127,9 et 172,5 m, et entre 4,12 et 15,0 m de profondeur à partir de la surface des terrains. Les relevés réalisés le 17 avril 2016 indiquaient des élévations comparables variant de 126,8 et 171,5 m, et entre 5,12 et 16,1 m de profondeur ce qui montre la baisse du niveau piézométrique avec l'évolution de la période de sécheresse. Les caractéristiques des puits d'observation sont présentées au tableau 4.1.19. Par comparaison, les niveaux mesurés dans les 15 puits d'observation installés par Knight Piesold en juin 2017 dans les secteurs des fosses Malikoundi, Malikoundi Nord et Boto-5 montrent des élévations variant de 121,2 et 173,6 m, et entre 8,5 et 30 m de profondeur.

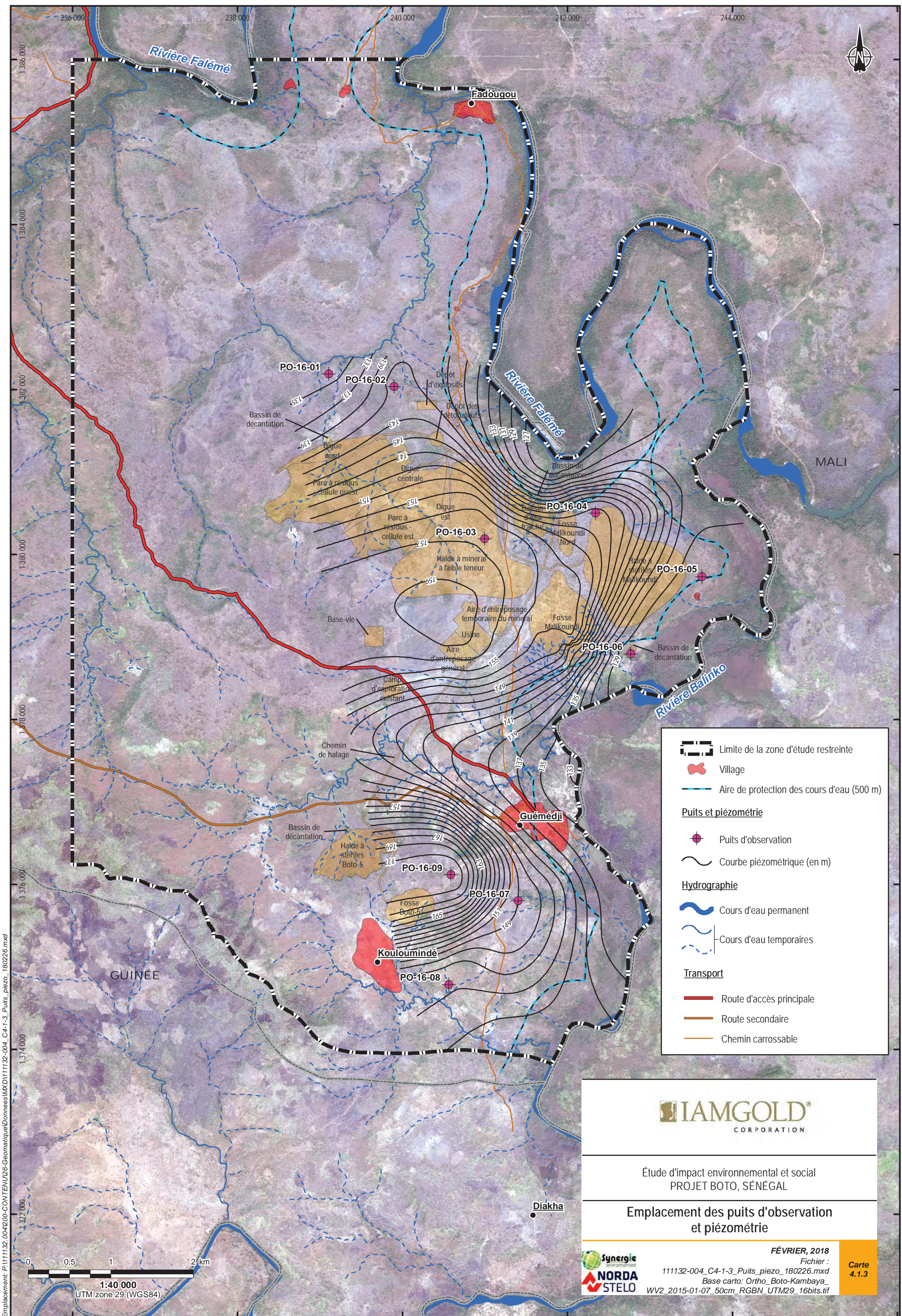
La carte piézométrique (carte 4.1.3) démontre que l'écoulement de l'eau souterraine est clairement influencé par la topographie et les cours d'eau principaux. En effet, l'écoulement principal dans la zone d'étude se fait en général à partir des hauts plateaux de cuirasse latéritique vers la rivière Balinko à l'Est et vers la rivière Falémé au Nord. Des axes de drainage plus locaux sont également présents dans les fonds des vallées qui encaissent les cours d'eau secondaires. Ces conditions suggèrent une résurgence des eaux souterraines dans les différents cours d'eau, avec une recharge du système à partir des hauts topographiques (plateaux de cuirasse latéritique).

4.1.5.2.2 Conductivité hydraulique

La conductivité hydraulique des différentes formations aquifères du secteur à l'étude a été déterminée dans le cadre de la présente étude ainsi que lors de travaux réalisés en 2015 par la firme Coffey Mining et en 2017 par Knight Piesold. Ainsi, lors de la présente étude, des essais de perméabilité par choc hydraulique « slug test » ont été effectués au droit de sept puits d'observations aménagés dans les formations aquifères superficielles (alluvions et altérites). Les travaux de la firme Coffey Mining (2015) consistaient à la réalisation d'essais de perméabilité par mesure en soufflage « airlift » à l'intérieur de sept forages miniers existants réalisés dans le roc. Les essais réalisés par Knight Piesold ont consistés quant à eux à la réalisation d'essais par choc hydraulique dans tous les puits d'observation installés en 2016 et 2017. Les résultats ont permis de déterminer les conductivités hydrauliques des aquifères superficiels et du roc de même que de l'interface du roc altéré. Le tableau 4.1.20 présente un sommaire des résultats obtenus.

Tableau 4.1.19 Caractéristiques des forages et des puits d'observation

Puits	Coordonnées X UTM WGS 84	Coordonnées Y UTM WGS 84	Élévation du tube protecteur	Hauteur du tube protecteur p/r au sol	Élévation du PVC	Hauteur du tube PVC p/r au sol	Élévation du sol	Élévation de l'eau (1er relevé)	Profondeur de l'eau (1er relevé)	Date du relevé	Élévation de l'eau (2e relevé)	Profondeur de l'eau (2e relevé)	Date du relevé	Profondeur du forage	Profondeur du puits	Longueur crépine
	zone 29N	zone 29N	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m)	(m)		(m)	(m)	(m)
PO-2016-01	239106.307	1382192.461	139.444	0.74	139.374	0.75	138.624	134.504	4.12	2016-03-06	133.504	5.12	2016-04-17	15	15	6
PO-2016-02	239898.965	1382039.374	152.39	0.79	152.31	0.75	151.56	141.4	10.16	2016-03-06	139.67	11.89	2016-04-17	20	20	6
PO-2016-03	240995.643	1380191.692	165.456	0.9	164.886	0.44	164.446	156.766	7.68	2016-03-06	156.366	8.08	2016-04-17	22.5	22.5	6
PO-2016-04	242340.759	1380505.114	162.098	0.8	161.958	0.69	161.268	147.498	13.77	2016-03-06	146.728	14.54	2016-04-17	30.5	30.5	6
PO-2016-05	243630.453	1379729.588	137.412	0.73	137.242	0.63	136.612	127.952	8.66	2016-03-06	126.822	9.79	2016-04-17	25.5	25	6
PO-2016-06	242769.143	1378800.099	133.828	0.76	133.758	0.65	133.108	127.918	5.19	2016-03-06	126.928	6.18	2016-04-17	12	11.5	6
PO-2016-07	241402.657	1375803.404	154.892	0.94	154.762	0.85	153.912	148.972	4.94	2016-03-06	147.292	6.62	2016-04-17	18	12	6
PO-2016-08	240562.962	1374786.69	148.037	0.8	147.907	0.64	147.267	143.167	4.1	2016-03-06	141.857	5.41	2016-04-17	15	15	6
PO-2016-09	240586.632	1376118.358	188.325	0.7	188.175	0.66	187.515	172.485	15.03	2016-03-06	171.465	16.05	2016-04-17	24	24	9
DH17-26	242057	1380727	133.51	0.71	133.46	0.66	132.8	121.15	11.65	2017-06-20	-	-	-	23	23	2.9
DH17-27	241657	1379648	165.45	0.95	165.41	0.91	164.5	152	12.5	2017-06-21	-	-	-	59	59	2.9
DH17-28	241997	1379678	165.69	0.79	165.6	0.7	164.9	152.46	12.44	2017-06-21	-	-	-	32	32	2.9
DH17-29	242184	1379526	165.07	0.67	164.96	0.56	164.4	151.79	12.61	2017-06-21	-	-	-	36	36	2.9
DH17-30	242373	1379424	164.4	0.7	164.31	0.61	163.7	147.86	15.84	2017-06-21	-	-	-	39	39	2.9
DH17-31	241869	1379362	165.69	0.79	165.6	0.7	164.9	153.19	11.71	2017-06-14	-	-	-	54	54	2.9
DH17-32	241441	1379125	166.79	0.79	166.7	0.7	166	154.42	11.58	2017-06-10	-	-	-	51	51	2.9
DH17-33	241997	1379934	164.58	0.88	164.48	0.78	163.7	151.72	11.98	2017-06-21	-	-	-	41	41	2.9
DH17-34	241767	1378919	164.52	0.72	164.46	0.66	163.8	152.2	11.6	2017-06-20	-	-	-	51	51	2.9
DH17-35	242302	1378829	146.73	0.73	146.64	0.64	146	133.67	12.33	2017-06-21	-	-	-	50	50	2.9
DH17-36	240181	1375977	201.37	0.77	201.3	0.7	200.6	173.59	27.01	2017-06-20	-	-	-	71	71	2.9
DH17-37	240418	1375761	198.38	0.68	198.33	0.63	197.7	167.73	29.97	2017-06-13	-	-	-	64	64	2.9
DH17-38	240140	1375718	185.79	0.79	185.73	0.73	185	170.56	14.44	2017-06-19	-	-	-	63	63	2.9
DH17-39	239790	1375621	168.86	0.76	168.82	0.72	168.1	159.63	8.47	2017-06-19	-	-	-	41	41	2.9
DH17-40	240003	1375492	166.28	0.78	166.22	0.72	165.5	156.07	9.43	2017-06-19	-	-	-	45	45	3.5



Limite de la zone d'étude restreinte
 Limite de la zone d'étude restreinte

Village
 Village

Aire de protection des cours d'eau (500 m)
 Aire de protection des cours d'eau (500 m)

Puits et piézométrie

Puits d'observation

Courbe piézométrique (en m)

Hydrographie

Cours d'eau permanent

Cours d'eau temporaires

Transport

Route d'accès principale

Route secondaire

Chemin carrossable

IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Emplacement des puits d'observation
et piézométrie**

FÉVRIER, 2018
Fichier : 111132-004_C4-1-3_Puits_piezo_180226.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.1.3

Synergie environnement
NORDA STELO

Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\111132-004_C4-1-3_Puits_piezo_180226.mxd



Tableau 4.1.20 Conductivité hydraulique mesurée sur le site de Boto

Puits d'essais	Conductivité hydraulique (m/s)	Moyenne géométrique (m/s)	Type d'aquifère	Source
PO-16-06	8.7E-07	1.3E-06	Alluvions	Norda Stelo, 2016
PO-16-06	4.0E-04			Knight Piesold, 2017
PO-16-07	1.1E-07			Norda Stelo, 2016
PO-16-07	8.0E-08			Knight Piesold, 2017
PO-16-01	1.9E-07	2.0E-06	Altérite (saprolite)	Norda Stelo, 2016
PO-16-01	7.0E-06			Knight Piesold, 2017
PO-16-02	4.0E-07			Knight Piesold, 2017
PO-16-03	5.0E-07			Norda Stelo, 2016
PO-16-03	2.0E-06			Knight Piesold, 2017
PO-16-04	9.0E-06			Knight Piesold, 2017
PO-16-05	3.5E-06			Norda Stelo, 2016
PO-16-05	1.0E-05			Knight Piesold, 2017
PO-16-08	4.9E-06			Norda Stelo, 2016
PO-16-08	8.0E-05			Knight Piesold, 2017
PO-16-09	2.0E-07			Norda Stelo, 2016
PO-16-09	2.0E-07			Knight Piesold, 2017
DH17-28	3.0E-06			Knight Piesold, 2017
DH17-26	7.00E-08			1.1E-06
DH17-27	2.00E-05	Knight Piesold, 2017		
DH17-29	3.00E-07	Knight Piesold, 2017		
DH17-30	2.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-31	1.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-32	3.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-33	4.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-34	2.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-35	1.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-36	2.00E-07	Knight Piesold, 2017		
DH17-37	1.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-38	4.00E-08	Knight Piesold, 2017		
DH17-39	1.00E-06	Knight Piesold, 2017		
DH17-40	4.00E-05	Knight Piesold, 2017		
DBRC-2262	5.9E-08	4.1E-08	Roc	Coffey, 2015
DBDD-2291	9.0E-08			Coffey, 2015
DBDD-2078	1.8E-07			Coffey, 2015
DBDD-2073	2.9E-08			Coffey, 2015
DBDD-2110	6.4E-08			Coffey, 2015
DBDD-2292	9.7E-09			Coffey, 2015
DBDD-2278	1.1E-08			Coffey, 2015

De façon générale, les résultats confirment le faible potentiel hydraulique des formations superficielles et du roc. La conductivité hydraulique du roc est en général 100 fois plus faible que celles mesurées dans les formations sus-jacentes. Les valeurs moyennes estimées de conductivité hydraulique pour les formations de surface sont de l'ordre de 10^{-6} m/s. Ces valeurs sont comparables à celles généralement rapportées

dans la littérature pour des unités latéritiques inférieures ayant une proportion élevée d'argile (Fajobi *et al.*, 2015). La littérature mentionne également que la perméabilité tend à augmenter en surface dans les latérites. Les couches de latérites en surface pourraient présenter une conductivité de l'ordre de 10^{-6} m/s. Toutefois, ces unités plus perméables en surface sont généralement saturées en eaux lors de la période des pluies (Bonsor *et al.*, 2014). Pour le roc, les valeurs sont de l'ordre de 10^{-9} à 10^{-7} m/s, ce qui est également similaire aux valeurs de la littérature pour ce genre de formation rocheuse (Freeze et Cherry, 1979).

Les valeurs de transmissivité calculées à partir de la conductivité hydraulique sur une épaisseur de l'aquifère estimé à 10 m sont également très faibles. La valeur moyenne pour les aquifères superficiels est de $0,5 \text{ m}^2/\text{j}$, tandis que la valeur moyenne pour le roc est de $0,05 \text{ m}^2/\text{j}$. Ces valeurs de transmissivité sont considérées comme très faibles et indiquent que les aquifères ne peuvent permettre que l'aménagement de sources d'approvisionnement très locales pour une consommation limitée (Krásný, 1993), en particulier lors de la période de sécheresse. Le système hydrogéologique dans le roc pourrait cependant être plus productif localement lorsqu'associé aux failles et aux zones de fracture.

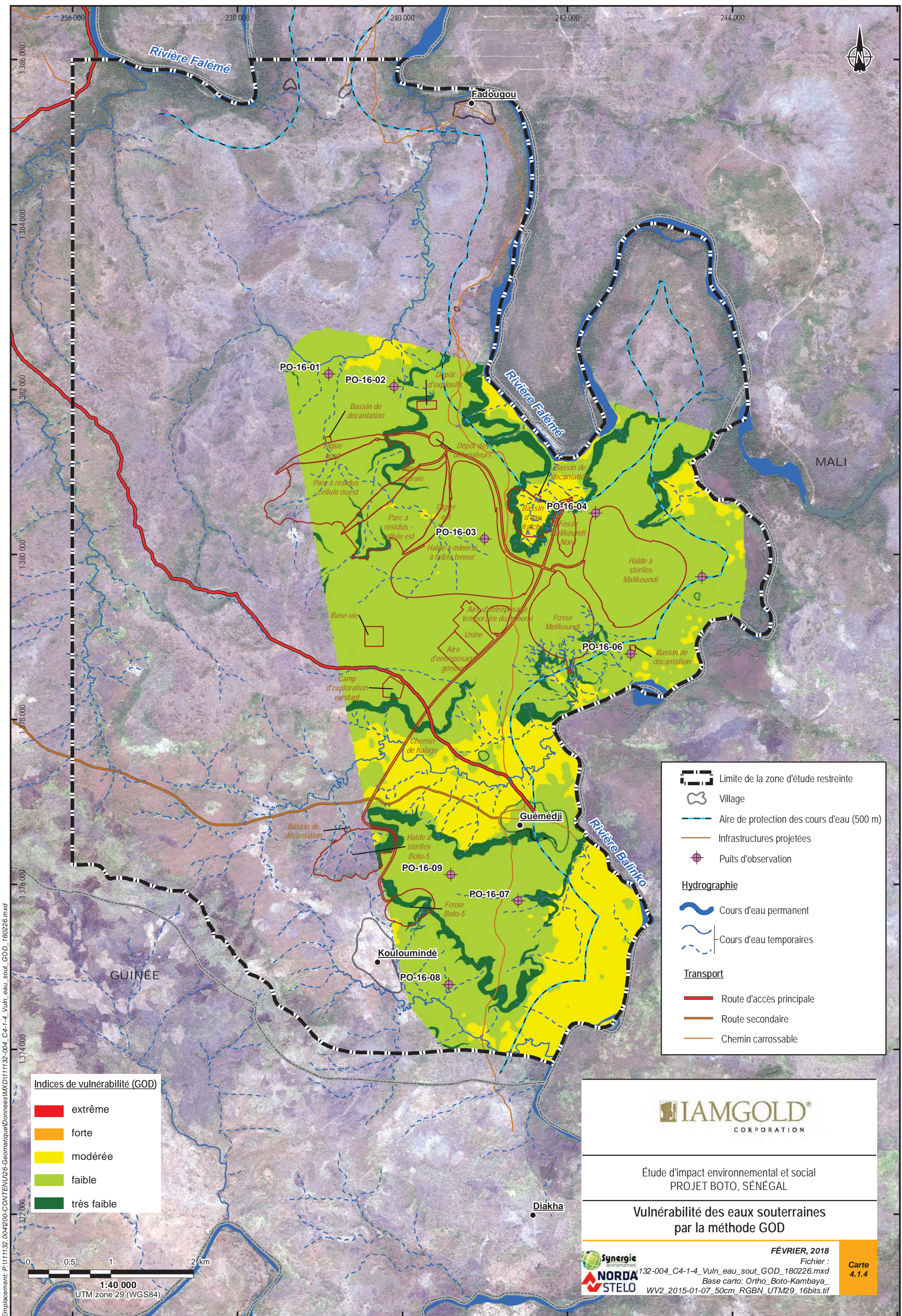
4.1.5.2.3 Potentiel d'exploitation et usages des eaux souterraines

Le potentiel d'exploitation de puits d'eau souterraine pour le Sénégal Oriental a été évalué par l'UNICEF (2012) en fonction de deux critères principaux concernant l'aptitude à la construction manuelle des puits d'approvisionnement, soit l'aptitude géologique et l'aptitude sur la base de la profondeur de l'eau. D'après cette évaluation, la zone d'étude du projet montre un potentiel d'exploitation de l'eau souterraine peu favorable pour l'approvisionnement. Le potentiel est jugé peu favorable puisque les deux paramètres montrent une aptitude moyenne (c'est-à-dire favorable mais avec des limites) en raison principalement de la présence de couche de latérites et de la profondeur de l'eau qui rendent la réalisation de forages manuels difficiles. Le potentiel d'exploitation dans le secteur serait jugé meilleur par l'utilisation d'autre technique de construction des puits que celle par forage manuel.

Du point de vue chimique, les eaux de la zone d'étude sont naturellement d'assez bonne qualité pour être utilisée comme sources d'eau potable sans traitement primaire lorsqu'elles ne sont pas affectées par la pollution anthropique (voir section 4.1.5.3).

4.1.5.2.4 Vulnérabilité des eaux souterraines

Les nappes superficielles dans la zone d'étude peuvent être sujettes à la pollution selon leurs caractéristiques physiques. La détermination de la vulnérabilité des eaux souterraines face à une contamination provenant d'activités humaines réalisées à la surface du sol est une démarche qui permet de mettre en place, si requises, des mesures de protection de la ressource dans les zones les plus sensibles. Ainsi, la vulnérabilité de ces aquifères a été évaluée puis cartographiée pour une partie du secteur du projet Boto à l'aide de la méthode GOD (Foster et Hirata, 1991). La carte 4.1.4 représente la vulnérabilité des nappes calculée par la méthode GOD.



- Limite de la zone d'étude restreinte
 - Village
 - Aire de protection des cours d'eau (500 m)
 - Infrastructures projetées
 - Puits d'observation
- Hydrographie**
- Cours d'eau permanent
 - Cours d'eau temporaires
- Transport**
- Route d'accès principale
 - Route secondaire
 - Chemin carrossable

- Indices de vulnérabilité (GOD)**
- extrême
 - forte
 - modérée
 - faible
 - très faible



Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Vulnérabilité des eaux souterraines
par la méthode GOD**

Synergie environnement
NORDA
STELO

FÉVRIER, 2018
Fichier : 132-004_C4-1-4_Vuln_eau_sout_GOD_180226.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.1.4

Emplacement: P:\111132_004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\11132-004_C4-1-4_Vuln_eau_sout_GOD_180226.mxd

Cette carte révèle que les nappes de surface alluviales qui sont présentes généralement dans les fonds des vallées sont les plus vulnérables dans la zone d'étude puisqu'elles présentent une vulnérabilité modérée dans la plupart des cas. Ces valeurs plus élevées de l'indice GOD sont attribuables à la faible profondeur de la surface de la nappe en bordure des cours d'eau encaissés dans les vallées. Quant à eux, les aquifères des altérites présentent un indice de vulnérabilité faible dans la plupart des cas.

4.1.5.3 Qualité des eaux souterraines

Dans la zone d'étude, les nappes superficielles sont utilisées comme source principale d'eau potable. L'aquifère du roc fracturé peut également être utilisé comme source d'approvisionnement bien que cette source soit située à une plus grande profondeur. Ainsi, il est important de bien connaître les caractéristiques de ces aquifères afin de bien évaluer les impacts du projet sur cette ressource. Il est toutefois difficile d'obtenir des données sur l'aquifère en milieu rocheux, puisque les informations sur la construction des puits et forages des communautés sont inexistantes. De plus, il n'existe pas de données qualitatives sur les eaux des puits d'observation installés dans le roc.

4.1.5.3.1 Critères d'interprétation des résultats d'analyses

Il n'existe actuellement aucune norme ou réglementation concernant la qualité des eaux souterraines au Sénégal. Ainsi, les résultats d'analyses ont été comparés aux recommandations de la Directive pour la qualité de l'eau de boisson de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2011) et aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada de Santé Canada (2014). Les résultats ont également été comparés avec les Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux à des fins agricoles (irrigation et abreuvement du bétail) du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) de même qu'avec les critères de la Food and Agriculture Organization (FAO) pour les eaux d'irrigation.

4.1.5.3.2 Qualité de l'eau des puits d'approvisionnement

La firme SGS a procédé à deux campagnes de caractérisation des eaux de surface et des eaux souterraines de la zone d'étude restreinte. La première campagne s'est déroulée les 26 et 27 juin 2015 et la seconde campagne a été réalisée les 22 et 23 janvier 2016. Les rapports de la firme SGS sont présentés à l'annexe 4.1.5.

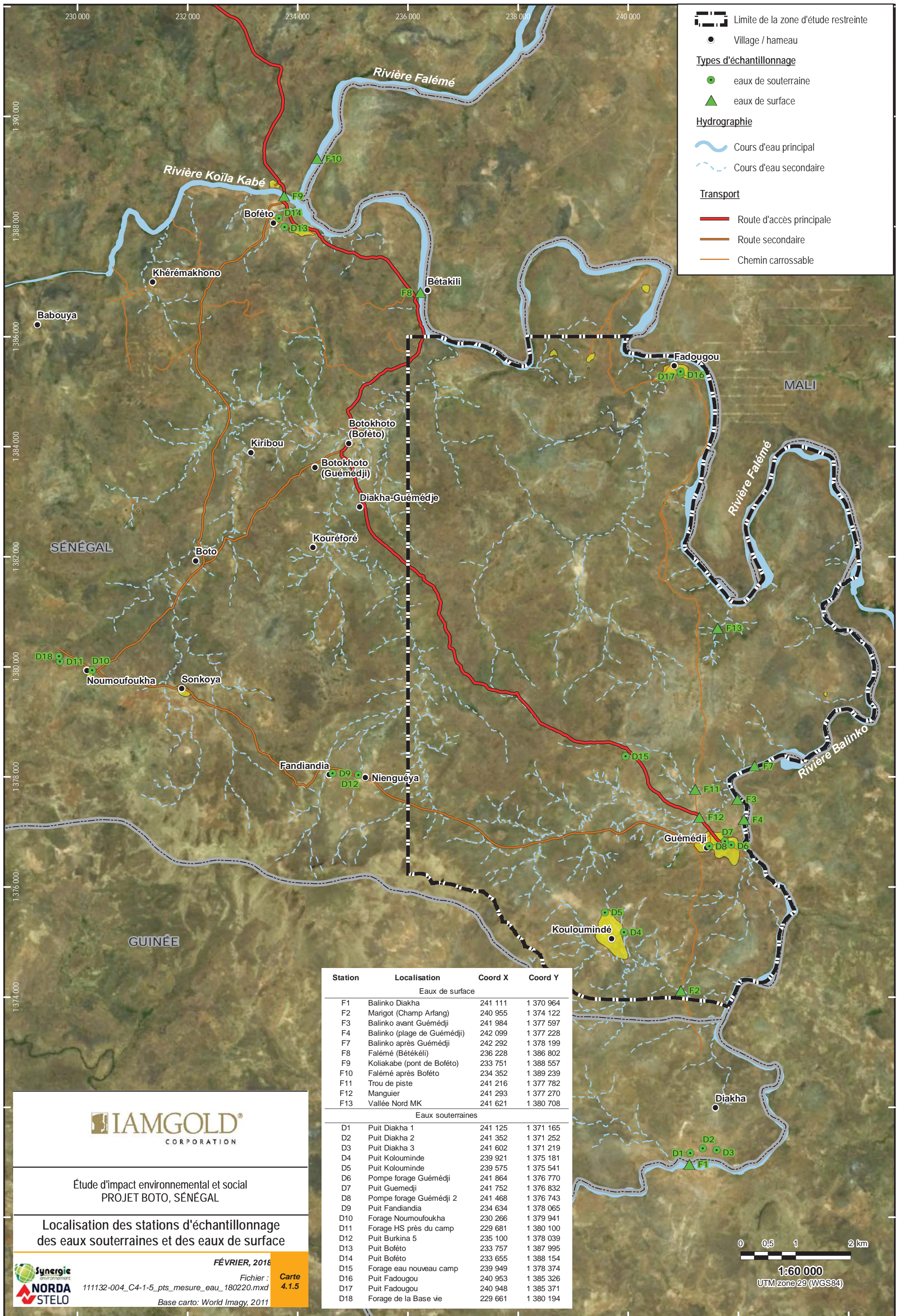
Lors des campagnes de juin 2015 et janvier 2016, 18 sites ont été échantillonnés lorsque possible, soit 12 puits et 6 forages. La carte 4.1.5 présente la localisation des stations d'échantillonnage.

La collecte et la conservation des échantillons ont été réalisées conformément aux exigences des autorités compétentes du Sénégal. Les analyses de laboratoire ont été réalisées aux installations de SGS au Mali et au Ghana. Le tableau 4.1.21 présente les caractéristiques des échantillons d'eaux souterraines provenant des puits d'approvisionnement en 2015 tandis que le tableau 4.1.22 présente les résultats de la campagne de 2016.

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Lors des campagnes d'échantillonnage de 2015 et 2016, les valeurs de pH mesurées sur le terrain ont varié entre 4,6 et 7,3. En 2015, 15 résultats de pH étaient sous la limite inférieure de 6,5 recommandée par Santé Canada tandis que 13 résultats ne respectaient pas cette limite en 2016. Ces résultats montrent que les eaux sont légèrement acides.

Les valeurs de conductivité mesurées ont varié entre 40 et 355 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et entre 29 et 711 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en 2015 et 2016 respectivement. Malgré le vaste intervalle entre les valeurs mesurées, la conductivité est généralement faible. On observe une relation directe entre la conductivité et la minéralisation totale en ions majeurs.



Limite de la zone d'étude restreinte
 ● Village / hameau

Types d'échantillonnage
 ● eaux de souterraine
 ▲ eaux de surface

Hydrographie
 ~ Cours d'eau principal
 - - Cours d'eau secondaire

Transport
 — Route d'accès principale
 — Route secondaire
 — Chemin carrossable

Station	Localisation	Coord X	Coord Y
Eaux de surface			
F1	Balinko Diakha	241 111	1 370 964
F2	Marigot (Champ Arfang)	240 955	1 374 122
F3	Balinko avant Guémédji	241 984	1 377 597
F4	Balinko (plage de Guémédji)	242 099	1 377 228
F7	Balinko après Guémédji	242 292	1 378 199
F8	Falémé (Bétékéli)	236 228	1 386 802
F9	Koliakabe (pont de Boféto)	233 751	1 388 557
F10	Falémé après Boféto	234 352	1 389 239
F11	Trou de piste	241 216	1 377 782
F12	Manguier	241 293	1 377 270
F13	Vallée Nord MK	241 621	1 380 708
Eaux souterraines			
D1	Puit Diakha 1	241 125	1 371 165
D2	Puit Diakha 2	241 352	1 371 252
D3	Puit Diakha 3	241 602	1 371 219
D4	Puit Kolouminde	239 921	1 375 181
D5	Puit Kolouminde	239 575	1 375 541
D6	Pompe forage Guémédji	241 864	1 376 770
D7	Puit Guemedji	241 752	1 376 832
D8	Pompe forage Guémédji 2	241 468	1 376 743
D9	Puit Fandiandia	234 634	1 378 065
D10	Forage Noumoufoukha	230 266	1 379 941
D11	Forage HS près du camp	229 681	1 380 100
D12	Puit Burkina 5	235 100	1 378 039
D13	Puit Boféto	233 757	1 387 995
D14	Puit Boféto	233 655	1 388 154
D15	Forage eau nouveau camp	239 949	1 378 374
D16	Puit Fadougou	240 953	1 385 326
D17	Puit Fadougou	240 948	1 385 371
D18	Forage de la Base vie	229 661	1 380 194



Étude d'impact environnemental et social
 PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Localisation des stations d'échantillonnage
 des eaux souterraines et des eaux de surface**

FÉVRIER, 2016



Fichier : 111132-004_C4-1-5_pts_mesure_eau_180220.mxd
 Base carto: World Imagy, 2011

Carte
 4.1.5



Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\206-Geomatique\Donnees\MXD\111132-004_C4-1-5_pts_mesure_eau_180220.mxd

Tableau 4.1.21 Qualité de l'eau souterraine dans les puits et forages d'approvisionnement (2015)

Paramètre	Unité	OMS	Santé Canada	FAO	CCME		LDM	Résultats d'analyses																		
					Recommandations pour la qualité de l'eau de boisson	Recommandations pour la qualité de l'eau d'irrigation		Recommandations pour la qualité de l'eau à des fins agricoles		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18
								Eau d'irrigation	Abreuvement de bétail																	
Date d'échantillonnage								2015-06-26	2015-06-27	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-27	2015-06-27	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26	2015-06-26		
Paramètres physico-chimiques de base																										
pH	-	-	6.5-8.5	-	-	-	-	5.78	5.85	5.57	5.12	5.94	6.52	6.02	6.31	6.05	5.93	6.12	5.71	5.33	5.81	6.14	5.66	6.66		
Conductivité	µS/cm	-	-	-	-	-	-	88	124	58	50	275	74	35	241	230	207	188	123	40	236	203	128	75		
Couleur apparente	TCU	-	15	-	-	-	-	466	755	225	946	390	46	46	330	13	570	157	416	131	60	39	36	51		
Couleur réelle	TCU	-	-	-	-	-	-	198	429	56	663	185	16	27	175	9	417	101	128	120	49	39	33	15		
Particules en suspension totales	mg/L	-	-	-	-	-	-	45	48	14	36	87	1	1	22	2	12	13	16	10	3	5	3	<1		
Turbidité	UTN	-	1	-	-	-	-	53.3	75.5	20.5	119	40.4	1.0	2.2	22	0.7	60.5	9.4	67	14.1	4.7	2.8	3.1	0.4		
Dureté	mg/L	-	-	-	-	-	-	22	42	13	10	79	239	149	98	65	67	61	53	14	73	69	38	154		
Solides dissous totaux (TDS)	mg/L	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Température	°C	-	-	-	-	-	-	32.4	34.2	33.3	32.4	33.4	30.7	30.5	31.7	31.2	30.7	30.3	31.4	31.3	32.1	30.8	31.2	32.9		
Ions et nutriments majeurs																										
Alcalinité (CaCO3-HCO3)	mg/l	-	-	-	-	-	-	2	38	57	22	15	96	244	180	125	66	107	96	59	11	125	102	63	211	
azote ammoniacal (NH3)	mg/l	-	-	-	-	-	-	0.02	0.07	0.05	0.14	0.02	0.11	0.11	0.08	0.07	<0.02	0.02	0.09	0.03	0.03	0.08	<0.02	0.11	0.08	
Chlorure (Cl)	mg/l	-	250 ^{OH}	-	-	100	-	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	11.9	4	2	<0.1	9.9	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5.9	
Cyanures libres	mg/l	-	0.2	-	-	-	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
Cyanures totaux	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	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
Fluorures (F)	mg/l	1.5	1.5	1	1	2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	<0.1	<0.1	0.2	0.2	0.1	0.5		
Nitrates (NO ₃)	mg/l	50	45	-	-	100	0.06	2.69	6.45	5.27	0.19	30.8	0.26	5.79	0.33	39.9	0.38	1.52	1.03	6.11	0.13	2.04	0.13	0.07		
Nitrites (NO ₂)	mg/l	3	3.2	-	-	10	0.05	0.07	0.1	<0.05	0.16	0.47	<0.05	<0.05	0.06	<0.05	<0.05	0.06	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.06		
Phosphate (PO4)	mg/l	-	-	-	-	-	-	0.31	0.61	0.04	1.49	0.54	0.18	0.52	0.5	0.94	0.32	0.18	0.14	0.13	0.46	0.42	0.1	0.09		
Sulfures (S ²⁻)	mg/l	-	0.05 ^{OH}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
sulfate (SO4)	mg/l	-	500 ^{OH}	-	-	1000	-	1	<1	1	<1	4	<1	91	<1	<1	<1	<1	3	<1	<1	1	<1	<1		
Paramètres microbiologiques																										
Coliformes totaux	UFC/100ml	-	0	-	1000	-	-	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	86	25	2 420	<1	<1	2 420	<1	2 420	1 120	2 420	2 420	142	
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0	-	100	-	-	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	45	16	2 420	<1	<1	2 419.6	<1	2 419.6	686.7	2 419.6	2 419.6	2 419.6	47.9	
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	-	-	-	-	-	-	6	5	<1	<1	<1	<1	<1	27	<1	<1	138	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
Métaux et métalloïdes extractibles totaux																										
Antimoine (Sb)	mg/l	0.02	0.006	-	-	-	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.002	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.01	0.1	0.1	0.025	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001	0.003	0.005	0.002	0.002	0.01	0.003	0.001	<0.0005	<0.0005	0.011	0.003	0.002	0.004		
Barium (Ba)	mg/l	0.7	1	-	-	-	0.001	0.17	0.18	0.14	0.031	0.07	0.1	0.034	0.056	0.043	0.043	0.16	0.035	0.032	0.058	0.13	0.11	0.083		
Bore (B)	mg/l	2.4	5	-	0.5	5	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.06		
Cadmium (Cd)	mg/l	0.003	0.005	0.1	0.005	0.08	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
Calcium (Ca)	mg/l	-	-	-	-	1000	1	4	8	3	2	11	65	36	14	7	10	9	13	3	10	12	7	47		
Chrome (Cr)	mg/l	0.05	0.05	0.01	-	-	0.001	0.003	0.01	0.002	0.006	0.011	0.001	0.003	0.007	0.002	0.002	0.005	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002		
Chrome VI (Cr VI)	mg/l	-	-	-	0.008	0.5	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Cuivre (Cu)	mg/l	2	1	0.2	0.2	0.5	0.001	0.003	0.011	0.002	0.09	0.015	0.002	0.002	0.003	0.012	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.005		
Fer (Fe)	mg/l	-	0.3 ^{OH}	5	5	-	0.1	0.8	0.9	2.4	1.9	4.5	0.3	0.2	1.2	0.2	8.6	1.2	11.8	0.2	1.7	0.2	0.4	<0.1		
Magnésium (Mg)	mg/l	-	-	-	-	-	0.5	2.8	0.32	1.3	1.1	12.5	38.7	14.4	15.3	11.5	10.1	9.4	5	1.7	11.6	9.5	5	8.9		
Manganèse (Mn)	mg/l	0.4	0.05 ^{OH}	-	0.2	-	0.002	0.35	0.32	0.13	0.072	0.1	0.027	0.23	0.042	0.041	0.042	0.21	0.036	0.019	0.098	0.045	0.22	0.065		
Mercure (Hg)	mg/l	0.006	0.001	-	-	0.003	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
Nickel (Ni)	mg/l	0.07	-	0.2	0.2	1	0.001	0.002	0.002	0.002	0.005	0.01	0.003	0.001	0.005	0.004	0.001	0.009	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002		
Plomb (Pb)	mg/l	0.01	0.01	-	0.2	0.1	0.001	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.0017	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002		
Potassium (K)	mg/l	-	-	-	-	-	0.1	3.7	4.4	2	1.5	2.8	2.6	5.5	2.6	2.9	2.7	1.5	0.6	5.3	3.5	3	2.4			
Sodium (Na)	mg/l	-	200	-	-	-	0.1	6.1	5	4.2	4.4	21.1	53.9	8.3	12	15	13.5	13.3	1.8	1.4	15.7	10.7	9	28.4		
Uranium (U)	mg/l	0.03	0.02	-	0.01	0.2	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001		
Zinc (Zn)	mg/l	-	5 ^{OH}	2	1	50	0.005	0.04	0.057	0.1	0.1	0.05	0.045	0.009	0.052	0.031	0.5	0.061	0.068	0.089	0.4	0.068	0.016	0.1		
Hydrocarbures																										
Hydrocarbures totaux	mg/l	-	-	-	-	-	-	23	26	16	22	17	38	25	37	15	20	28	23	26	15	19	22	33		

Légende :
Noir Dépassement des valeurs de la Directives pour la qualité de l'eau de boisson - Organisation mondiale de la Santé, 2011
Gris Dépassement des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Santé Canada, 2014
Gras Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Eau d'irrigation CCME, 1999
Souligné Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Abreuvement de bétail, CCME, 1999
Italique Dépassement des Recommandations pour l'eau d'irrigation, FAO

^{OH}: Objectif d'ordre esthétique

Tableau 4.1.22 Qualité de l'eau souterraine dans les puits et forages d'approvisionnement (2016)

Paramètre	Unité	OMS	Santé Canada	FAO	CCME		LDM	Résultats d'analyses																				
					Qualité de l'eau de boisson	Recommandations pour la qualité de l'eau potable		Eau d'irrigation	Recommandations pour la qualité de l'eau à des fins agricoles		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18
									Eau d'irrigation	Abrèvement de bétail																		
Date d'échantillonnage								2016-01-22	2016-01-22	2016-01-22	2016-01-22	2016-01-22	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	2016-01-23	#####		
Paramètres physico-chimiques de base																												
pH	-	-	6.5-8.5	-	-	-	-	5.1	5.9	5.2	5.4	5.5	7.3	4.6	6.9	6.4	6.4	6.5	6	6	5.5	6.6	6.2	6	7.1			
Conductivité	us/cm	-	-	-	-	-	-	47	109	29	40	51	711	111	365	156	235	209	40	126	37	240	130	87	413			
Couleur apparente	TCU	-	15	-	-	-	-	420	52	65	526	7	71.1	11.1	36.5	15.6	23.5	1710	1670	210	129	489	49	98	89			
Couleur réelle	TCU	-	-	-	-	-	-	205	<5	<5	122	<5	<5	144	<5	18	<5	581	1390	202	<5	214	<5	<5	<5			
Particules en suspension totales	mg/L	-	-	-	-	-	-	8	3	2	39	2	<1	2	<1	5	<1	36	13	7	1	24	1	2	<1			
Turbidité	UTN	-	1	-	-	-	-	54.3	17.3	7.3	64.7	7.1	1.3	4.2	6.6	17.5	1.4	289	307	44	13.1	257	5.4	2.5	0.4			
Dureté	mg/L	-	<5	-	-	-	-	6	31	<5	6	13	234	15	155	57	70	71	<5	52	14	73	43	22	149			
Solides dissous totaux (TDS)	mg/L	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Température	°C	-	-	-	-	-	-	23	23	25	26	25	36	33	32	22	19.5	19.4	28.2	24.3	24	36.8	26.4	26.8	19.5			
Ions et nutriments majeurs																												
Alcalinité (CaCO3-HCO3)	mg/l	-	-	-	-	-	2	4	31	3	12	22	250	<2	193	78	67	114	3	59	11	120	63	39	200			
azote ammoniacal (NH3)	mg/l	-	-	-	-	-	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.06	<0.02	0.09	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02			
Azote de Kjeldahl	mg/l	-	-	-	-	-	-	2.6	2.7	0.75	0.06	<0.05	<0.05	6.9	0.19	<0.05	3.2	<0.05	1.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			
Chlorure (Cl)	mg/l	-	250 ⁰⁵	-	100	-	0.1	2	2	2	<0.1	<0.1	4	2	2	<0.1	11.9	<0.1	<0.1	4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	4		
Cyanures libres	mg/l	-	0.2	-	-	-	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.15	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
Cyanures totaux	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	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005		
Fluorures (F)	mg/l	1.5	1.5	1	1	2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2		
Nitrate (NO ₃)	mg/l	50	45	-	-	100	0.06	14.2	16.5	5.56	0.71	0.07	0.08	37.6	0.08	1.05	27.2	0.09	12	0.55	3.05	0.49	2.15	4	0.09			
Nitrite (NO ₂)	mg/l	3	3.2	-	-	10	0.05	0.09	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		
Phosphate (PO4)	mg/l	-	-	-	-	-	-	2.08	0.12	0.09	0.36	<0.02	<0.02	<0.02	0.24	0.13	0.79	0.47	3.02	0.09	0.33	0.09	0.09	0.03	0.03			
Sulfures (S ²⁻)	mg/l	-	0.05 ⁰⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Sulfate (SO4)	mg/l	-	500 ⁰⁴	-	-	1000	1	2	3	2	6	3	104	1	3	5	12	<1	<1	2	3	<1	2	1	12			
Paramètres microbiologiques																												
Coliformes totaux	UFC/100ml	-	0	-	-	1000	-	-	2419.6	2419.6	2419.6	2419.6	547.5	410.6	2419.6	<1	2419.6	61.3	<1	2419.6	42	2419.6	<1	2419.6	214.3			
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0	-	-	100	-	-	3419.6	2419.6	2419.6	1413.6	488.4	5.2	547.5	<1	2419.6	1	<1	2419.6	21.6	2419.6	<1	2419.6	61.3			
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	-	-	-	-	-	-	-	1119.9	2419.6	456.9	146.4	183.5	6.3	12	<1	547.5	<1	<1	2419.6	10.2	547.5	<1	275.5	146.11	2		
Métaux et métalloïdes extractibles totaux																												
Antimoine (Sb)	mg/l	0.02	0.006	-	-	-	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.002	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.001	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.005	<0.0001	<0.0001		
Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.01	0.1	0.1	0.025	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.004	<0.0005	<0.0005	0.009	0.002	<0.0005	<0.0005	0.014	0.002	<0.0005	0.004				
Baryum (Ba)	mg/l	0.7	1	-	-	-	0.001	0.13	0.17	0.029	0.023	0.069	0.14	0.034	0.082	0.019	0.034	0.059	0.038	0.026	0.057	0.13	0.09	0.073				
Bore (B)	mg/l	2.4	5	-	-	5	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.06	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.03			
Cadmium (Cd)	mg/l	0.003	0.005	0.01	0.005	0.08	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
Calcium (Ca)	mg/l	-	-	-	-	1000	1	1	6	<1	1	3	64	3	37	9	8	11	<1	13	3	11	8	4	46			
Chrome (Cr)	mg/l	0.05	0.05	0.1	-	-	0.001	0.007	0.003	0.003	0.004	0.002	<0.001	0.002	<0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.014	0.005	0.002	<0.001	0.002	0.001	<0.001		
Chrome VI (Cr VI)	mg/l	-	-	-	-	0.008	0.05	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
Cuivre (Cu)	mg/l	2	1	0.2	0.2	0.5	0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.014	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	0.006	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003		
Fer (Fe)	mg/l	-	0.3 ⁰⁴	5	5	-	0.1	0.8	0.4	0.2	0.8	0.5	0.2	0.1	0.7	0.7	0.1	23	5.4	8.3	0.3	20	0.4	0.2	<0.1			
Magnésium (Mg)	mg/l	-	-	-	-	-	0.5	0.9	3.8	<0.5	0.9	1.3	17.9	1.9	15.1	8.5	32.1	10.6	1.2	4.8	1.5	11.1	5.6	3	8.2			
Manganèse (Mn)	mg/l	0.4	0.05 ⁰⁴	-	-	0.2	-	0.002	0.035	0.057	0.024	0.01	0.051	0.01	0.065	0.078	0.006	0.011	0.035	0.006	0.021	0.008	0.053	0.039	0.021			
Mercurie (Hg)	mg/l	0.006	0.001	-	-	0.003	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
Nickel (Ni)	mg/l	0.07	0.01	0.2	0.2	1	0.001	0.006	0.003	0.001	0.004	0.003	0.002	0.021	0.001	0.003	0.004	<0.001	0.015	0.005	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001			
Plomb (Pb)	mg/l	0.01	0.01	-	-	0.2	0.1	0.001	0.002	0.003	<0.0005	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001	<0.0005	0.002	0.003	0.006	<0.0005	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005			
Potassium (K)	mg/l	-	-	-	-	-	0.1	3	5.1	1.7	1.4	1	3	2.8	6.5	2.6	3.4	3	1.3	0.6	0.7	5.7	3.8	3	2.9			
Sodium (Na)	mg/l	-	200	-	-	-	0.1	4.4	4.8	2.7	4.6	4.6	55.8	10.1	8.9	8.5	16.3	14.2	5.9	1.9	1.3	16.4	8.3	6.7	26.3			
Uranium (U)	mg/l	0.03	0.02	-	0.01	0.2	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.008	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001			
Zinc (Zn)	mg/l	-	5 ⁰⁴	2	1	50	0.005	0.047	0.034	0.04	0.031	0.042	0.065	0.055	0.005	0.1	0.048	3.3	0.051	0.085	0.023	1.9	0.04	0.043	0.12			
Hydrocarbures																												
Hy																												

Les températures des eaux ont varié de 30,3 à 34,2 °C en 2015 et de 19,0 à 36,8 °C en 2016. Les températures plus basses mesurées dans certains puits lors de la campagne de janvier 2016 pourraient être attribuables aux températures plus froides à cette période de l'année.

Santé Canada recommande pour les eaux de consommation une valeur de couleur apparente de 15 TCU et de 1 UTN pour la turbidité. Lors de la campagne de 2015, 16 des 17 échantillons ont montré des valeurs supérieures à la recommandation de Santé Canada, tandis que 16 puits sur 18 ne respectaient pas cette limite en 2016. Pour la turbidité, 14 échantillons dépassaient la valeur recommandée alors que 17 dépassements ont été observés lors de la campagne de 2016.

CONCENTRATIONS DES IONS MAJEURS

L'analyse des ions majeurs (Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , HCO_3 , SO_4 , Cl , NO_2 , NO_3 , PO_4 , F) montre que les eaux des puits et forages d'approvisionnement sont en général faiblement minéralisées à l'exception des puits BH6, BH8 et BH18 qui présentent une minéralisation totale (TDS) près de deux fois supérieures aux autres échantillons (tableaux 4.1.21 et 4.1.22). Parmi les ions analysés en 2015 et 2016, aucun dépassement des critères recommandés pour l'eau potable ou l'utilisation à des fins agricoles n'a été observé. Cependant, des concentrations en nitrates s'approchant du critère pour l'eau potable de Santé Canada (45 mg/L) ont été observées en 2015 dans les échantillons D5 (30,8 mg/L), D10 (39,9 mg/L) et BH7 (37,6 mg/L) ainsi que dans l'échantillon BH10 en 2016 (27,2 mg/L).

Les concentrations ioniques permettent de déterminer le faciès hydrogéochimique de chacun des échantillons par la représentation sur un diagramme de Piper (figure 4.1.13). Cette représentation montre que la majorité des échantillons présentent une eau de type bicarbonaté calcique et magnésienne à l'exception de l'échantillon numéro BH4 qui est de type bicarbonaté sodique et potassique et l'échantillon BH7 qui est de type chloruré sodique et potassique. De plus, on observe que les puits BH1, BH3 et BH12 présentent un profil différent lors de la campagne de 2016 puisqu'ils montrent un type d'eau chlorurée sodique ou sulfatée sodique en raison d'un enrichissement en sulfates, chlorures ou nitrates et un appauvrissement en calcium et magnésium.

Les eaux souterraines de type bicarbonaté-calcique sont des eaux faiblement minéralisées dont la composition chimique se rapproche de celle des eaux de pluies. Les eaux souterraines sont caractéristiques des eaux de précipitation récemment infiltrés dans les zones préférentielles de recharge en condition de nappe libre.

À l'inverse, les eaux chlorurés ou sulfatés sodique et potassique sont caractéristiques des nappes plus profondes et anciennes donc plus minéralisées mais elles peuvent également tirer leur minéralisation en chlorure ou en nitrates de sources anthropiques. Un enrichissement en sulfates typique des eaux sulfatés sodiques pourrait provenir de la dissolution de minéraux sulfurés tels la pyrite.

MÉTAUX ET MÉTALLOÏDES

L'analyse des métaux extractibles totaux a montré des résultats généralement faibles comparativement aux critères considérés. Seuls les critères de l'arsenic, du fer et du manganèse ont parfois été dépassés.

Ainsi, pour l'arsenic, la concentration acceptable de 0,01 mg/L pour des fins de consommation humaine de l'OMS et de Santé Canada a été dépassée dans l'échantillon D15(BH15) lors des deux campagnes d'échantillonnage (0,014 et 0,021 mg/L).

De nombreux dépassements du critère de Santé Canada pour le fer dans l'eau potable (0,3 mg/L) ont été observés. Le critère de Santé Canada a été dépassé à 11 reprises lors de chacune des deux campagnes. Quelques dépassements de la valeur recommandée par la FAO et par le CCME pour l'utilisation de l'eau pour l'irrigation à des fins agricoles (5 mg/L) ont également été observés. En 2015, deux des échantillons ont montré des concentrations supérieures à la recommandation du CCME tandis que cette même valeur a été dépassée à quatre reprises en 2016.

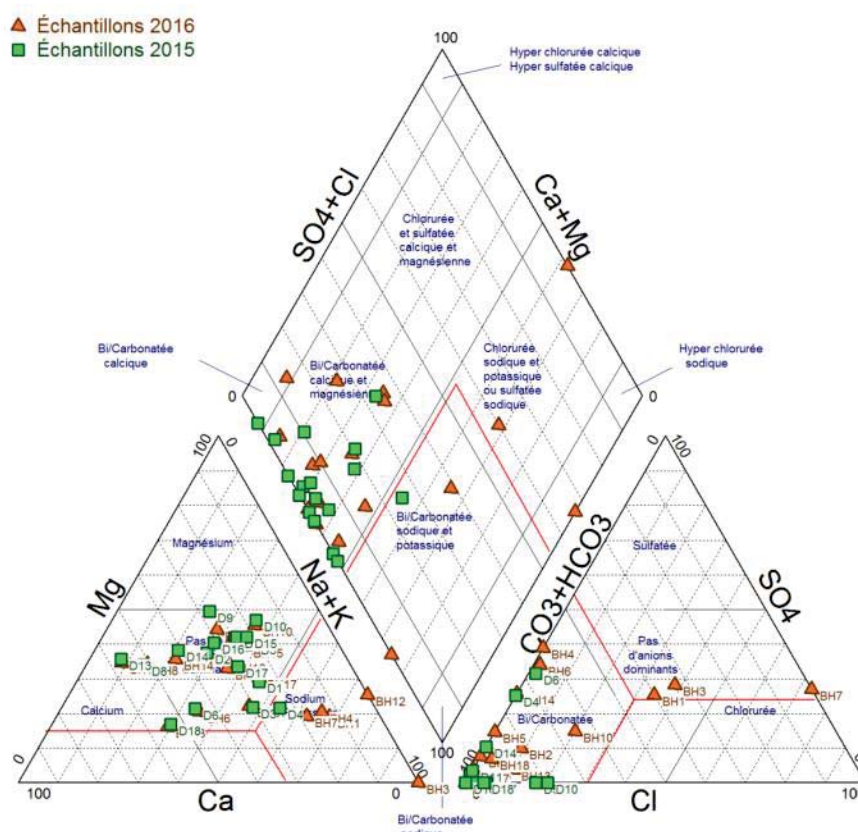


Figure 4.1.13 Diagramme de Piper des eaux des puits et forages d'approvisionnement (2015-2016)

Le manganèse, un élément qui est souvent associé au fer, a montré un seul dépassement de la norme de qualité l'eau de boisson de l'OMS (0,4 mg/L). Ce dépassement a été observé dans l'échantillon D3 prélevé en 2015. Les concentrations en manganèse ont montré également des valeurs supérieures du critère de Santé Canada pour l'eau potable (0,05 mg/L). En effet, on dénombre 10 dépassements de ce critère en 2015 et cinq dépassements en 2016. Six dépassements de la valeur recommandée par le CCME pour l'utilisation de l'eau pour l'irrigation (0,2 mg/L) ont été observés en 2015.

Notons que le fer et le manganèse ne posent pas de risques pour la santé aux concentrations normalement présentes dans l'eau. Néanmoins, à des concentrations supérieures aux recommandations pour l'eau de boisson, ils peuvent modifier le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau de puits ainsi qu'endommager la plomberie et favoriser la croissance de bactéries indésirables.

PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

Lors des deux campagnes d'échantillonnage, les concentrations en coliformes totaux et en coliformes fécaux ont été élevées dans tous les points d'échantillonnage sauf les forages BH10 (Noumoufoukha) et BH11 (près du camp) et le puits BH13 (Boféto) en 2015 et les forages D8, D11 et D15 en 2016. Seules ces sources d'eaux souterraines respectaient la norme de Santé Canada pour les coliformes totaux dans l'eau potable. Un seul des quatre forages a montré des concentrations en coliformes totaux excédant 150 UFC/100 ml alors que onze des douze puits ont montré des concentrations en coliformes totaux excédant 1 100 UFC/100 ml. Les puits sont donc plus susceptibles d'être contaminés par les déjections humaines et animales que les forages.

En 2015, 11 échantillons ont dépassé les valeurs de 1000 et 100 UFC/100 ml, recommandées par le CCME pour l'utilisation de l'eau pour l'irrigation à des fins agricoles tandis que 10 dépassements ont été observés en 2016. Finalement, quatre puits ont montré des échantillons contenant des streptocoques fécaux en 2015 comparativement à 14 en 2016.

AUTRES PARAMÈTRES CHIMIQUES

Les concentrations en azote totale mesurées en 2015 étaient très élevées pour tous les puits et forages. L'azote se retrouve sous forme organique puisque les concentrations en nitrite, nitrate et ammoniac sont généralement très faibles. Les valeurs en azote de Kjeldahl relativement faibles qui ont été mesurées en 2016 viennent supporter l'hypothèse que l'azote soit présent surtout sous forme organique.

Les concentrations en cyanures totaux, en cyanures libres et en cyanures WAD (*weak acid dissociable*) ont toutes été inférieures aux seuils de détection analytique. Il semble donc que les activités d'orpaillage n'entraînent la présence de cyanures dans les eaux souterraines.

Il n'existe pas de norme pour les hydrocarbures dans les eaux souterraines. Toutefois, des concentrations variant entre 15 et 38 mg/L ont été mesurées dans les puits et forages en 2015 alors que les valeurs ont varié entre < 5 et 30 mg/L en 2016. En 2015, des hydrocarbures ont été détectés dans tous les échantillons tandis qu'en 2016, seuls les échantillons BH6, BH9, BH11, BH15 et BH18 ne présentaient pas d'hydrocarbures.

Les concentrations d'hydrocarbures observées dans les échantillons peuvent être expliquées par l'utilisation de la méthode gravimétrique. Avec cette méthode, il y a souvent interférence avec la matière organique présente, de sorte que ce ne sont pas des résidus de carburants, d'huiles ou de graisses qui sont mesurés. Le fait que des concentrations dans le même ordre de grandeur ont été mesurées dans les eaux de surface corrobore cette hypothèse.

4.1.5.3.3 Qualité de l'eau des puits d'observation

Suite à l'installation en 2016, de neuf puits d'observation pour l'échantillonnage de l'eau souterraine, Norda Stelo a procédé à l'échantillonnage des eaux souterraines dans ces puits. Une première campagne d'échantillonnage s'est déroulée le 8 mars 2016. La carte 4.1.5 présente la localisation des stations d'échantillonnage et les rapports de forage et d'installation de puits d'observation sont présentés à l'annexe 4.1.6.

La collecte et la conservation des échantillons ont été réalisées conformément aux exigences des autorités compétentes du Sénégal. Les analyses de laboratoire ont été réalisées aux installations de SGS au Mali. Le tableau 4.1.23 présente les caractéristiques des échantillons d'eaux souterraines provenant des puits d'observation échantillonnés en mars 2016.

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Lors de la première campagne d'échantillonnage des neuf puits d'observation, les valeurs de pH mesurées sur le terrain ont varié entre 6,4 et 9,8. Un des résultats de pH se situait sous la limite inférieure de 6,5 recommandé par Santé Canada tandis qu'un seul résultat ne respectait pas la limite supérieure de 8,5. Exception faite des deux résultats qui ne respectaient pas les limites, les eaux montrent un pH généralement neutre.

Tableau 4.1.23 Qualité de l'eau souterraine dans les puits d'observation (2016)

Paramètre	Unité	OMS	Santé Canada	FAO	CCME		LDM	Résultats d'analyses									
		Qualité de l'eau de boisson	Recommandations pour la qualité de l'eau potable	Eau d'irrigation	Recommandations pour la qualité de l'eau à des fins agricoles			PO-16-01	PO-16-02	PO-16-03	PO-16-04	PO-16-05	PO-16-06	PO-16-07	PO-16-08	PO-16-09	PO-16-DUP (PO-16-01)
					Eau d'irrigation	Abreuvement de bétail		2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06	2016-03-06
Paramètres physico-chimiques de base																	
pH	-	-	6.5-8.5	-	-	-	-	7.46	6.99	7.92	6.52	6.37	6.71	6.97	7.16	9.83	-
Conductivité	uS/cm	-	-	-	-	-	-	571	410	492	230	207	250	319	382	411	-
Couleur apparente	TCU	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Couleur réelle	TCU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Particules en suspension totales	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turbidité	UTN	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dureté	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solides dissous totaux (TDS)	mg/L	-	500	-	-	-	-	188	248	252	113	101	118	159	192	205	-
Température	°C	-	-	-	-	-	-	29	31	30	32	31	31	33	31	33	-
Ions et nutriments majeurs																	
Alcalinité (CaCO3-HCO3)	mg/l	-	-	-	-	-	2	221	170	228	125	106	104	140	227	141	221
azote ammoniacal (NH3)	mg/l	-	-	-	-	-	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.14	<0.02
Bromures (Br)	mg/l	-	-	-	-	-	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Chlorure (Cl)	mg/l	-	250 ^{OE}	-	100	-	0.1	2	5.9	7.9	<0.1	5.9	4	9.9	4	5.9	<0.1
Cyanures totaux	mg/l	-	-	-	-	-	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluorures (F)	mg/l	1.5	1.5	1	1	2	0.1	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.1	0.3	1.4	0.4
Nitrates (NO ₃)	mg/l	50	45	-	100	0.06	<0.06	<0.06	0.06	<0.06	0.06	0.06	0.06	0.57	<0.06	<0.06	<0.06
Nitrites (NO ₂)	mg/l	3	3.2	-	10	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Phosphate (PO4)	mg/l	-	-	-	-	-	0.04	0.04	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.04	0.04	0.12	0.05
sulfate (SO4)	mg/l	-	500 ^{OE}	-	-	1000	1	11	11	9	4	7	28	13	10	46	10
Paramètres microbiologiques																	
Coliformes totaux	UFC/100ml	-	0	-	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Métaux et métalloïdes extractibles totaux																	
Aluminium (Al)	mg/l	-	-	-	5	5	0.03	0.16	0.04	<0.03	0.08	0.04	<0.03	<0.03	0.06	0.1	0.05
Antimoine (Sb)	mg/l	0.02	0.006	-	-	-	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Argent (Ag)	mg/l	-	-	-	-	-	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.01	0.1	0.1	0.025	0.0005	0.003	0.002	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.003	0.003
Baryum (Ba)	mg/l	0.7	1	-	-	-	0.001	0.049	0.27	0.035	0.032	0.057	0.015	0.046	0.052	0.019	0.048
Béryllium (Be)	mg/l	2.4	-	-	0.1	0.1	0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Bore (B)	mg/l	2.4	5	-	0.5	5	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Cadmium (Cd)	mg/l	0.003	0.005	0.1	0.005	0.08	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Calcium (Ca)	mg/l	-	-	-	-	1000	1	21	19	21	16	9	5	14	20	37	22
Chrome (Cr)	mg/l	0.05	0.05	0.1	-	-	0.001	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.006	0.002
Cuivre (Cu)	mg/l	2	1	0.1	0.2	0.5	0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.001	<0.001	0.001	0.002	0.033	0.001
Étain (Sn)	mg/l	-	-	-	-	-	0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Fer (Fe)	mg/l	-	0.3 ^{OE}	5	5	-	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Magnésium (Mg)	mg/l	-	-	-	-	-	0.5	11.1	15.3	9.7	4.5	5.4	3.2	8.4	11.9	2.6	11.2
Manganèse (Mn)	mg/l	0.4 ^{OE}	0.05 ^{OE}	-	0.2	-	0.002	0.038	0.052	0.018	0.056	0.018	0.057	0.035	0.043	<0.002	0.038
Mercure (Hg)	mg/l	0.006	0.001	-	-	-	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Molybdène (Mo)	mg/l	-	-	-	0.01	0.5	0.0005	0.004	0.002	0.002	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001	0.004	0.016	0.005
Nickel (Ni)	mg/l	0.07	-	0.1	0.2	1	0.001	0.003	0.015	0.001	0.004	0.006	0.003	0.002	0.005	0.003	0.002
Plomb (Pb)	mg/l	0.01	0.01	-	0.2	0.1	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.001	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Potassium (K)	mg/l	-	-	-	-	-	0.1	8.9	4.5	3.1	1.7	3.4	1.8	2.8	4.1	5.2	9.1
Sélénium (Se)	mg/l	0.01	-	-	0.02	0.05	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sodium (Na)	mg/l	-	200	-	-	-	0.1	45	17	46	21.7	18.1	31.9	28.8	38.3	44.5	42.3
Titanium (Ti)	mg/l	-	-	-	-	-	0.0005	0.012	0.004	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004	0.005
Uranium (U)	mg/l	0.03	0.02	-	0.01	0.2	0.001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Vanadium (V)	mg/l	-	-	-	0.1	0.1	0.0005	0.012	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.007	0.085	0.01
Zinc (Zn)	mg/l	-	5 ^{OE}	2	1	50	0.005	0.007	0.01	0.013	0.015	0.013	0.006	0.008	0.026	0.01	0.01

Légende :	Noir	Dépassement des valeurs de la Directives pour la qualité de l'eau de boisson - Organisation mondiale de la Santé, 2011
	Gris	Dépassement des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Santé Canada, 2014
	Gras	Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Eau d'irrigation CCME, 1999
	Surligné	Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Abreuvement de bétail, CCME, 1999

^{OE} : Objectif d'ordre esthétique

Les valeurs de conductivité mesurées ont varié entre 207 et 571 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité est généralement plus élevée que celle mesurée dans les puits et forages d'approvisionnement. Une relation directe entre la conductivité et la minéralisation totale en ions majeurs est observable.

La température des eaux mesurées dans les puits d'observation a varié de 29 à 33 °C ce qui est similaire à ce qui a été mesuré dans les puits et forages de la région. Santé Canada recommande, pour les eaux de consommation, une valeur en solides dissous totaux (TDS) de 500 mg/L. Lors de la campagne d'échantillonnage, tous les échantillons ont montré des valeurs inférieures à la recommandation de Santé Canada.

Il est à noter que les valeurs des paramètres physico-chimiques mesurées au site de Boto sont très similaires à celles obtenues lors de l'étude hydrogéologique du Sénégal Oriental réalisé par Diouf en 1999.

CONCENTRATIONS DES IONS MAJEURS

L'analyse des ions majeurs (Ca^{+2} , Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , HCO_3 , SO_4 , Cl , NO_2 , NO_3 , PO_4 , F) montre que les eaux des puits d'observation sont en général faiblement minéralisées à l'exception du puits PO-16-09 qui présente une minéralisation en calcium, sulfates et fluorures légèrement supérieures aux autres échantillons. Dans l'échantillon PO-16-09, une teneur de 1,4 mg/L a été observée, ce qui est légèrement supérieur au seul de 1 mg/L recommandé par la FAO et le CCME pour l'eau d'irrigation.

La représentation ionique des échantillons sur un diagramme de Piper (figure 4.1.14) montre que les eaux des puits d'observation sont de type bicarbonaté calcique et magnésienne ou de type sodique et potassique. Ces eaux présentent un profil similaire à celui des eaux prélevées dans les puits et forages d'approvisionnement lorsque non perturbées par la pollution anthropique. Elles peuvent être caractérisées comme des eaux récentes de recharge par les précipitations. Ce profil n'est pas surprenant puisque les puits d'observation captent les eaux souterraines dans les nappes superficielles alluviales et dans les altérites.

PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

Lors de la campagne d'échantillonnage des puits d'observation installés en 2016, les paramètres microbiologiques n'ont pas fait l'objet d'analyse. Les coliformes totaux et fécaux de même que les streptocoques fécaux devraient être analysés lors des campagnes d'échantillonnage ultérieures afin de vérifier si les eaux des puits d'observation sont affectées par certains microorganismes pathogènes.

AUTRES PARAMÈTRES CHIMIQUES

Les concentrations en azote ammoniacal mesurées dans les puits d'observation étaient dans la plupart des cas, sous la limite analytique fixée à 0,02 mg/L. Seule une valeur de 0,14 mg/L a été mesurée dans le puits PO-16-09. Les concentrations en cyanures totaux ont toutes été inférieures aux seuils de détection analytique de 0,005 mg/L.

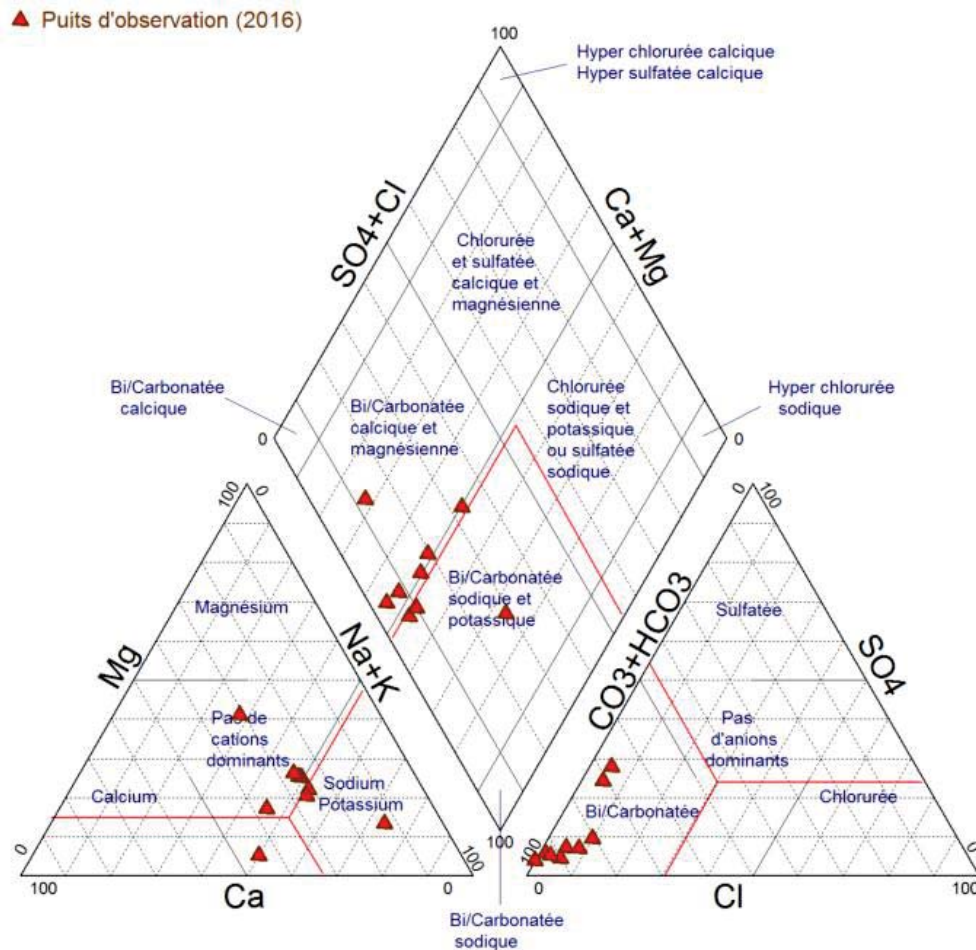


Figure 4.1.14 Diagramme de Piper des eaux des puits d'observation (2016)

4.1.6 Hydrologie

4.1.6.1 Bassin versant de la Falémé

L'hydrologie du bassin versant de la Falémé est présentée dans un rapport du Dr. Assoumana Bodian à l'annexe 4.1.2. Les sections ci-dessous présentent un résumé dudit rapport.

Le bassin versant de la Falémé couvre une superficie d'environ 29 800 km² entre les latitudes 11° 67' et 14° 75' N et les longitudes 10° 72' et 12° 49' O. Il est long de 650 km et prend sa source dans la partie nord du Fouta-Djalon dans une région de plateaux à une altitude de 800 m. Il se jette dans le fleuve Sénégal à 50 km en amont de la ville de Bakel, en République du Sénégal. Sur son cours supérieur, la Falémé reçoit des affluents importants comme la Kouloungo et le Daléma. Elle a un tracé irrégulier nord-sud passant par est-ouest avant de se stabiliser sud-est à nord-ouest entre Fadougou et Gourbassi. Puis, le cours de la Falémé s'infléchit vers l'ouest et prend une direction sud-nord jusqu'à Kidira.

La figure 4.1.15 présente la localisation du bassin de la Falémé et des trois stations hydrologiques (Kidira, Gourbassi et Fadougou). La station de Fadougou est localisée à l'intérieur des limites du permis Boto.

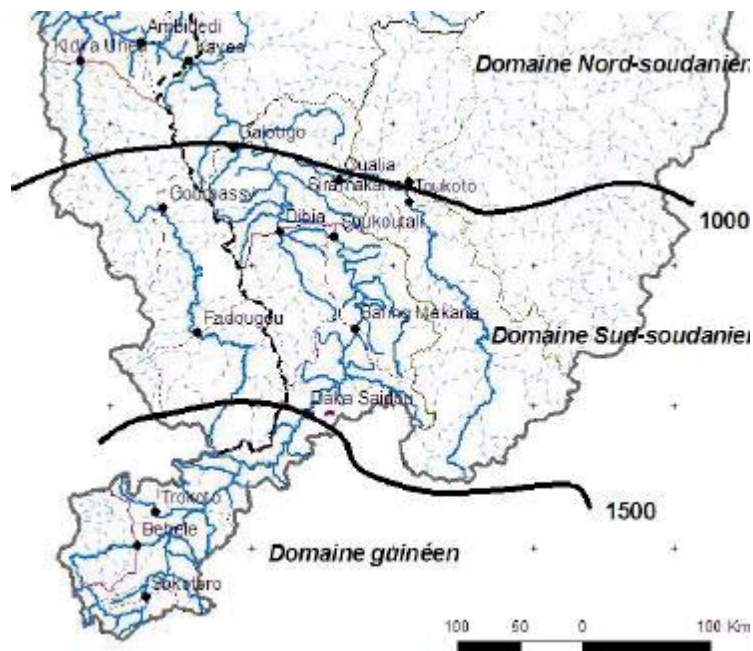


Figure 4.1.15 Localisation du bassin versant de la Falémé (tiré de Faye, 2014)

On retrouve sur la limite Est du permis Boto, la rivière Balinko qui est un affluent de la Falémé et qui constitue la frontière entre le Sénégal et le Mali (carte 4.1.6). On retrouve, par ailleurs, dans la partie nord du permis, la rivière Koïla Kabé qui se jette dans la Falémé au niveau du village de Boféto. L'ensemble du permis est doté d'un réseau de cours d'eau intermittents qui drainent les précipitations pendant la saison des pluies.

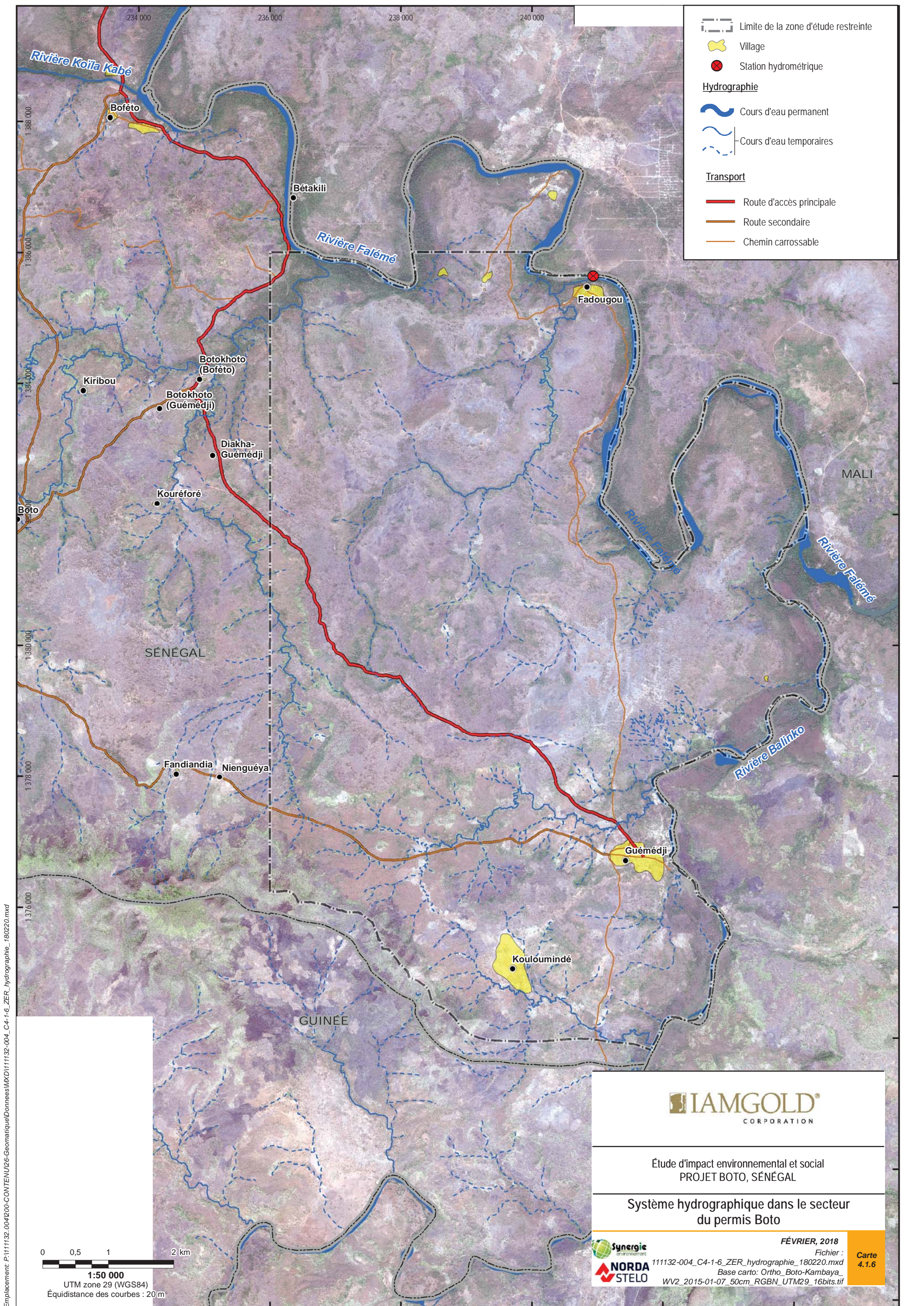
4.1.6.2 Caractéristiques générales des bassins versants de la Falémé

Le tableau 4.1.24 présente les caractéristiques des bassins versants en amont des trois stations hydrométriques. La localisation des trois stations est présentée à la figure 4.1.16.

Le bassin de la Falémé a une forme relativement allongée avec des pentes fortes surtout dans la partie méridionale du bassin, soit dans le bassin versant de la station de Fadougou (figure 4.1.17).

Tableau 4.1.24 Principales caractéristiques des bassins versants de la Falémé

Bassin Versant	Surface (km ²)	Altitude max (m)	Altitude min (m)	Dénivelé (m)
Bassin amont de Kidira	29 800	914	20	894
Bassin amont de Gourbassi	16 200	914	73	841
Bassin amont de Fadougou	8 209	885	125	760



Emplacement: P:\111132_004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\11132_004_C4-1-6_ZER_hydrographie_180220.mxd

IAMGOLD[®]
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Système hydrographique dans le secteur
du permis Boto**

Synergie environnement
NORDA
STELO

FÉVRIER, 2018
 Fichier : 111132-004_C4-1-6_ZER_hydrographie_180220.mxd
 Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.1.6

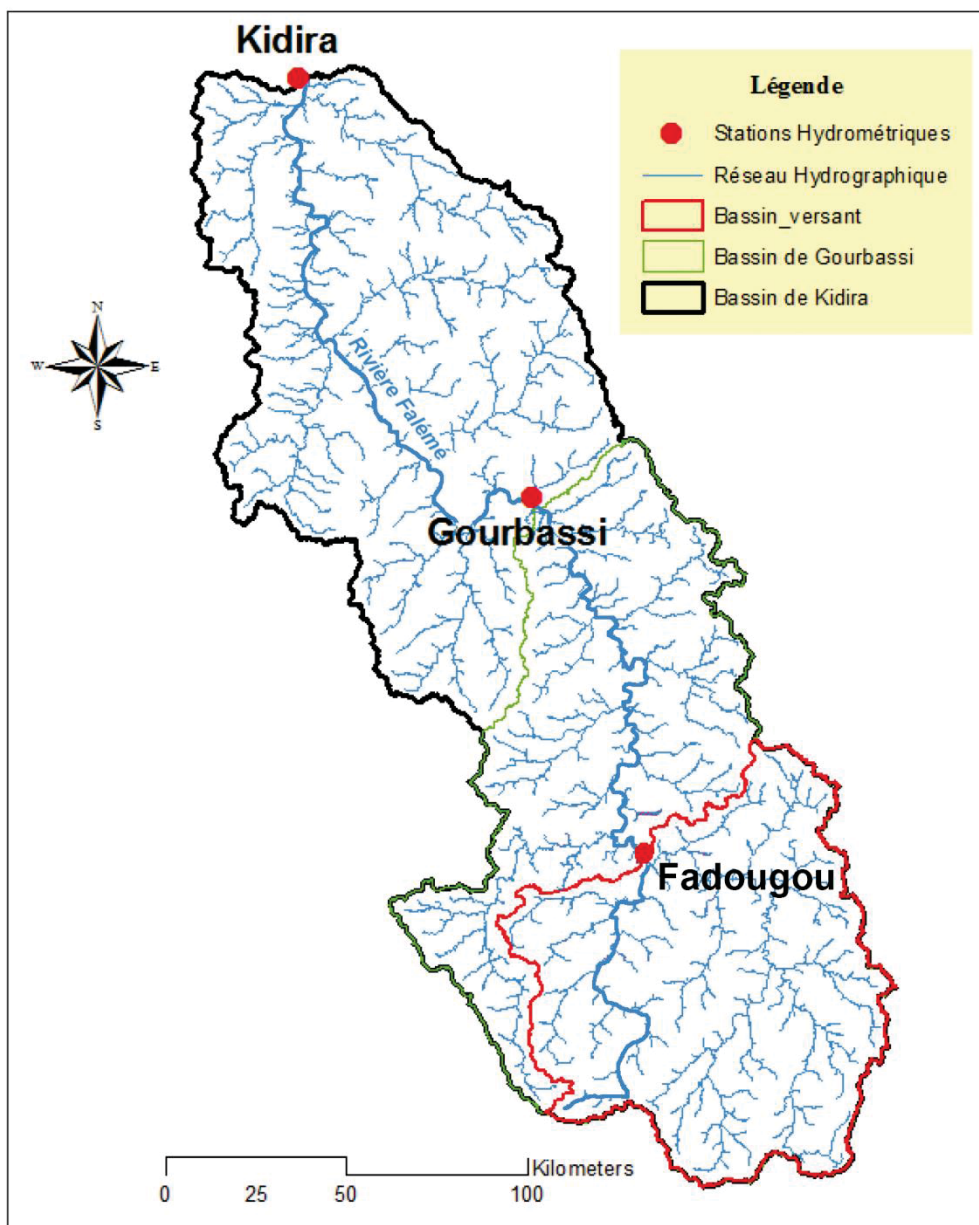


Figure 4.1.16 Localisation des stations hydrométriques sur le tronçon principal de la rivière Falémé

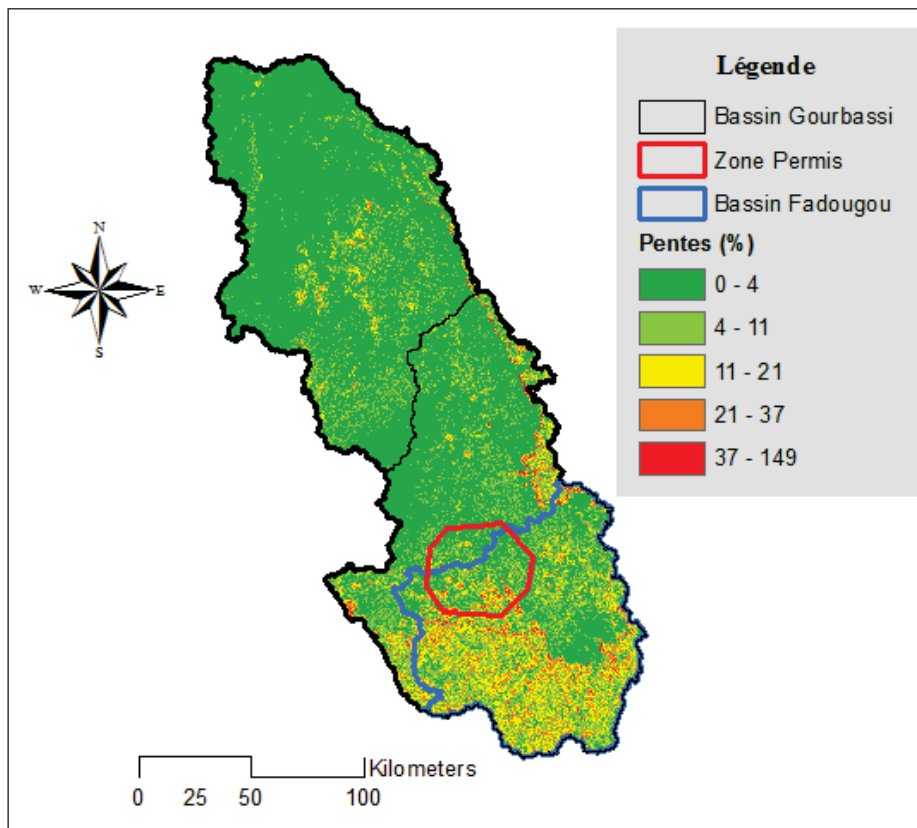


Figure 4.1.17 Distribution spatiale des pentes dans le bassin versant de la rivière Falémé

4.1.6.3 Analyse du régime hydrologique du bassin de la Falémé

L'analyse hydrologique a consisté à l'évaluation des écoulements sur la base des données disponibles. Les caractéristiques des bases de données utilisées sont présentées au tableau 4.1.25.

Tableau 4.1.25 Caractéristiques des bases de données hydrologiques disponibles pour les stations hydrométriques de Kidira, Gourbassi et Fadougou village

Nom de la station	Longitude	Latitude	Date Début	Date Fin	Durée (ans)	% lacunes
Kidira	-12.22	14.45	01/06/1930	07/01/2014	58	30,848
Gourbassi	-11.63	13.40	02/01/1954	07/01/2014	60	0,18
Fadougou village	-11.38	12.52	01/01/1954	31/12/2011	57	0

Les données de la station Fadougou village sont des données reconstituées par M. Jean Claude Bader dans le cadre de l'actualisation de la Monographie du fleuve Sénégal (OMVS, 2013). En effet, dans le cadre de l'actualisation de la Monographie du fleuve Sénégal, un important travail de critiques des données hydrologiques a été effectué. Cette critique des données hydrologiques a permis de mettre en place une base de données hydrologique plus complète en reconstituant les données lacunaires de certaines stations hydrologiques.

4.1.6.4 Analyse des débits annuels et mensuels

La variation annuelle des débits au niveau des trois stations est illustrée à la figure 4.1.18. On note généralement une évolution similaire au niveau des différentes stations avec une augmentation des débits aux cours des dernières années. Cette augmentation des débits est consécutive à l'amélioration de la pluviométrie qui reste cependant très fluctuante d'une année à une autre de telle sorte que la tendance à une reconstitution des ressources demeure très aléatoire et rend plus difficile la prévision des disponibilités. Pour les périodes d'étude, les débits moyens ont été de 118 m³/s, 101 m³/s et 73 m³/s aux stations de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou, respectivement.

Le tableau 4.1.26 présente les statistiques des débits moyens mensuels pour les trois stations. Le coefficient de variation montre que pour l'ensemble des stations, la variation des débits est importante. Au cœur de la saison humide, les variations des débits vont de 60 à 89 % à la station de Kidira, de 57 à 60 % à la station de Gourbassi et de 60 à 80 % à la station de Fadougou.

Le coefficient mensuel de débit (CMD) permet de déterminer les périodes de hautes eaux et de basses eaux. Pour les trois stations hydrométriques, la période des hautes eaux (CMD > 1) dure trois mois, soit d'août à octobre, avec un maximum hydrologique en septembre compte tenu du temps de transfert des bassins versants. La période des basses eaux s'étend de novembre à juillet avec des débits presque nuls durant la période d'avril à mai.

4.1.6.5 Distribution statistique des débits annuels

La loi de Goodrich, une équation exponentielle généralisée, a été ajustée aux trois stations (tableau 4.1.27 et figure 4.1.19). Pour une année médiane (récurrence de 1 dans 2 ans), on obtient des débits moyens de 169 m³/s à la station de Kidira, de 94 m³/s à la station de Gourbassi et de 66 m³/s à la station de Fadougou.

4.1.6.6 Crues et étiages

La période d'écoulement ne dépasse pas 240 jours à la station de Kidira et 270 jours pour les stations de Gourbassi et de Fadougou (figure 4.1.20). La période d'écoulement supérieur à 200 m³/s ne dépasse pas 120 jours au niveau des trois bassins versants.

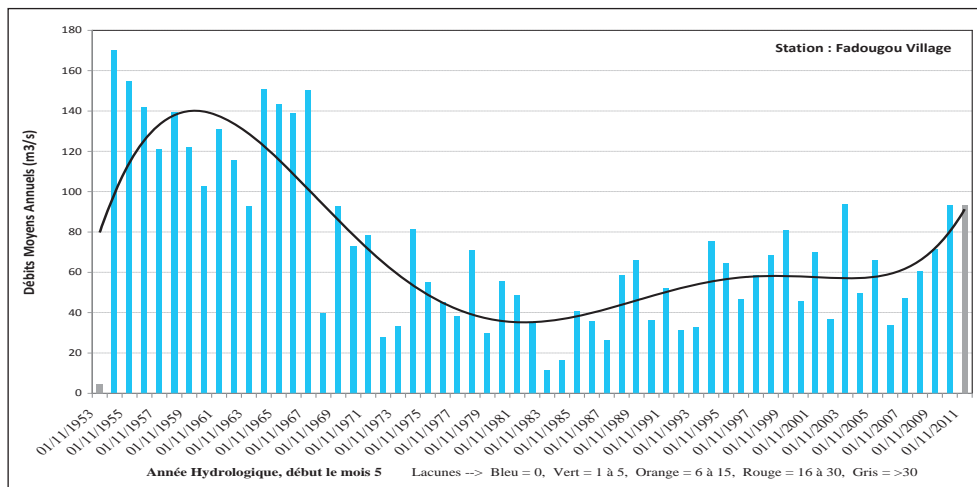
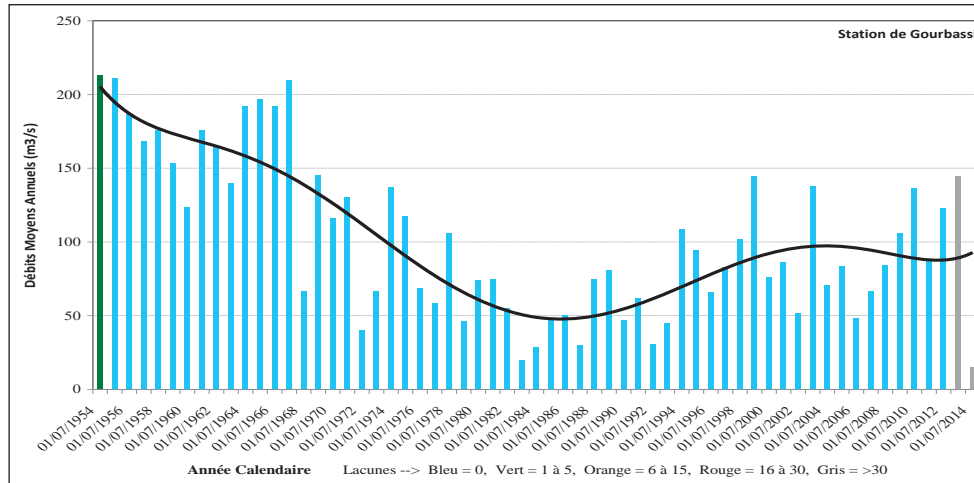
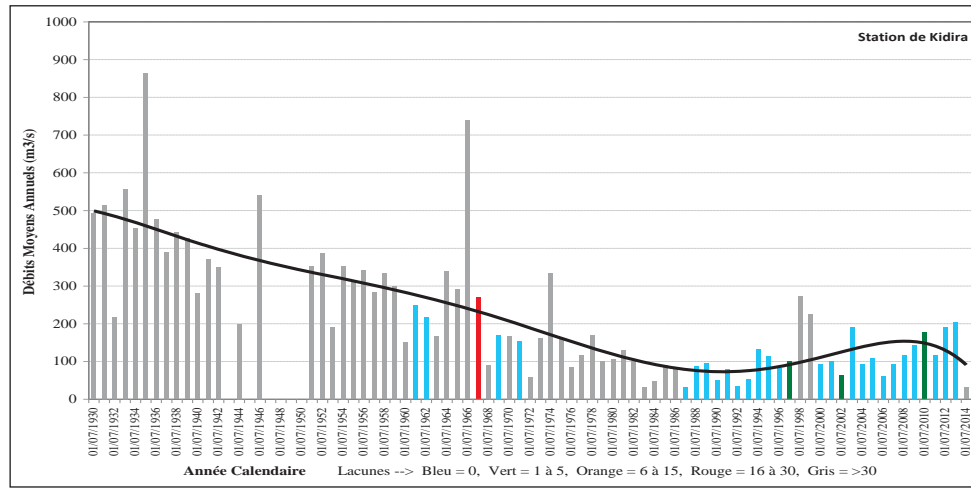


Figure 4.1.18 Évolution des débits annuels de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

Tableau 4.1.26 Statistiques des débits moyens mensuels de la rivière Falémé pour les stations hydrométriques de Kidira, Gourbassi et Fadougou (m³/s)

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Station de Kidira (1930-2013)												
Moyenne	13,8	5,1	2,3	0,8	1,6	13,3	103,6	499,1	695,1	313,8	82,0	25,2
Ecart-type	10,7	4,2	2,2	1,1	6,3	19,3	72,8	306,3	416,2	278,2	73,1	18,7
Maximum	44,3	15,1	7,6	4,3	33,2	112,6	405,3	1424,0	1 811,0	1 609,0	376,8	91,8
75 %	20,7	8,0	3,8	1,6	0,4	18,8	133,7	667,1	947,8	398,3	108,1	35,3
Médiane (50 %)	10,1	3,9	1,4	0,3	0,0	5,9	84,0	417,5	573,6	230,9	61,6	20,4
25 %	4,4	1,6	0,6	0,0	0,0	1,0	50,6	300,0	383,4	135,9	31,9	11,1
Minimum	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	57,5	83,6	37,1	6,8	1,9
Coefficient de variation	0,78	0,82	0,97	1,31	3,98	1,46	0,70	0,61	0,60	0,89	0,89	0,74
CMD	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	0,09	0,72	3,47	4,83	2,18	0,57	0,18
Station de Gourbassi (1954-2013)												
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
Ecart-type	8,5	4,3	1,8	0,7	0,5	11,6	57,1	220,0	262,4	146,8	37,2	15,4
Maximum	31,1	17,7	7,3	3,7	2,7	50,1	276,1	965,2	1 194,0	904,1	139,5	64,6
75 %	12,6	4,3	1,2	0,3	0,1	11,5	116,0	484,5	660,9	262,0	77,3	28,3
Médiane (50 %)	5,0	1,4	0,4	0,0	0,0	2,3	62,1	345,8	441,8	160,7	39,1	14,2
25 %	2,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,2	37,0	221,1	305,8	102,2	26,6	7,9
Minimum	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	57,8	69,1	39,8	5,9	0,7
Coefficient de variation	0,99	1,25	1,50	2,00	2,47	1,52	0,71	0,59	0,54	0,74	0,69	0,78
CMD	0,08	0,03	0,01	0,00	0,00	0,07	0,77	3,61	4,71	1,91	0,52	0,19
Station de Fadougou (1954-2001)												
Moyenne	9,6	4,8	2,2	1,0	0,8	7,9	68,4	271,4	310,4	131,0	41,9	18,8
Ecart-type	8,1	4,5	2,4	1,2	1,2	11,3	50,2	166,0	174,5	105,2	30,6	15,0
Maximum	32,8	18,9	8,7	4,3	5,3	63,0	266,2	765,4	873,8	627,2	117,9	62,6
75 %	13,1	5,8	2,5	1,4	0,9	11,1	88,7	360,5	391,7	179,9	63,1	25,9
Médiane (50 %)	6,4	3,1	1,3	0,5	0,1	2,9	49,3	230,9	265,9	94,0	27,9	12,4
25 %	4,0	1,8	0,6	0,0	0,0	1,8	33,9	158,9	200,4	64,7	20,8	8,9
Minimum	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	28,0	34,0	25,4	4,2	1,9
Coefficient de variation	0,8	0,9	1,1	1,2	1,5	1,4	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,8
CMD	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	3,7	4,3	1,8	0,6	0,3

Tableau 4.1.27 Fréquence des débits (m³/s) de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

Fréquence	Récurrences sèches					Médiane	Récurrences humides				
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2		0,5	0,8	0,9	0,95	0,98
Réurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Station de Kidira	33,1	35,6	42,8	54,6	78,9	168,9	332,4	451,2	567,3	717,7	829,7
Station de Gourbassi	17,9	21,6	29,4	39,0	54,3	94,1	145,6	176,2	203,0	234,6	256,5
Station de Fadougou	13,5	15,7	20,6	26,9	37,2	65,7	104,6	128,4	149,6	175,0	192,7

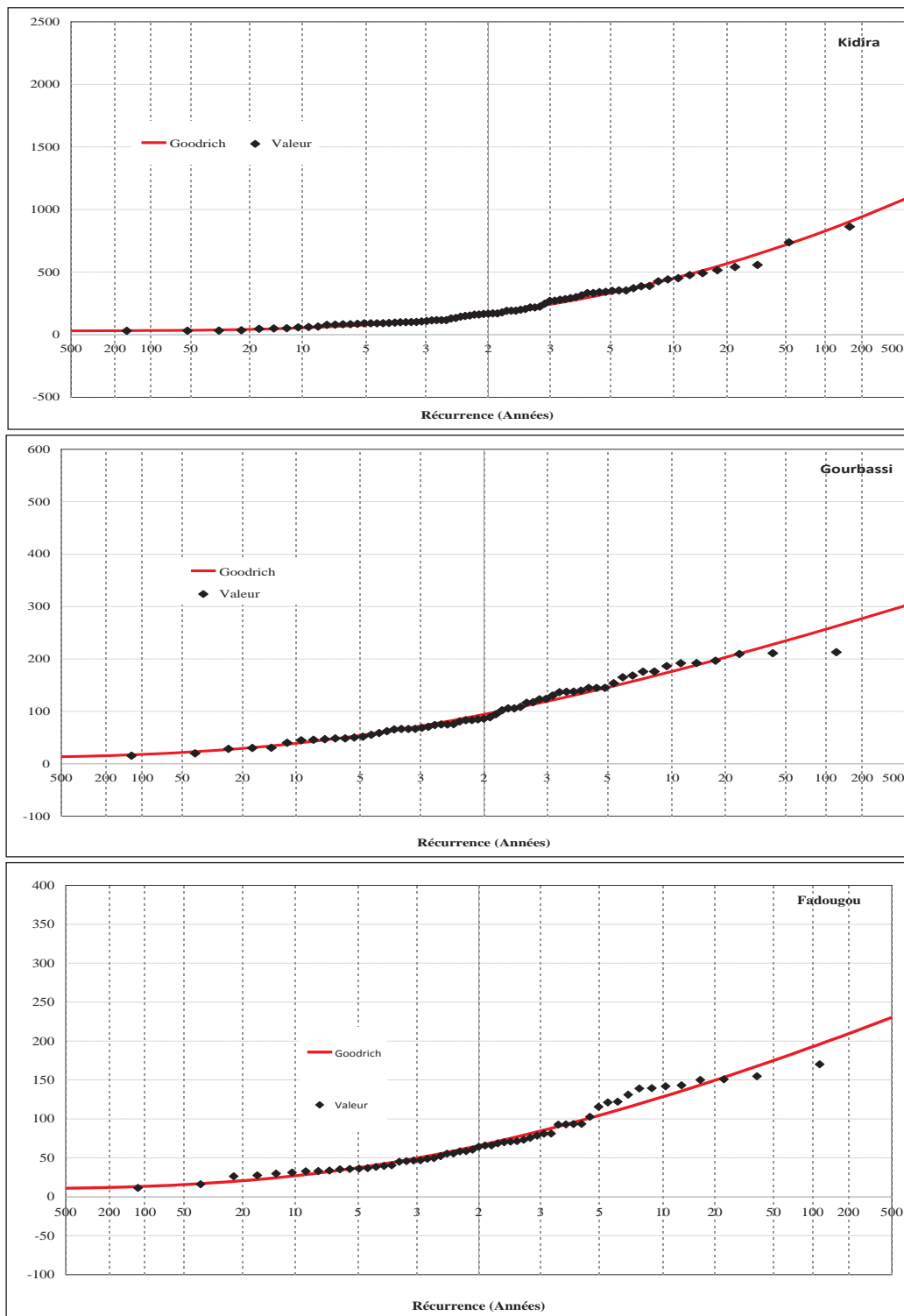


Figure 4.1.19 Débits statistiques de la Falémé selon Loi de Goodrich pour les stations de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

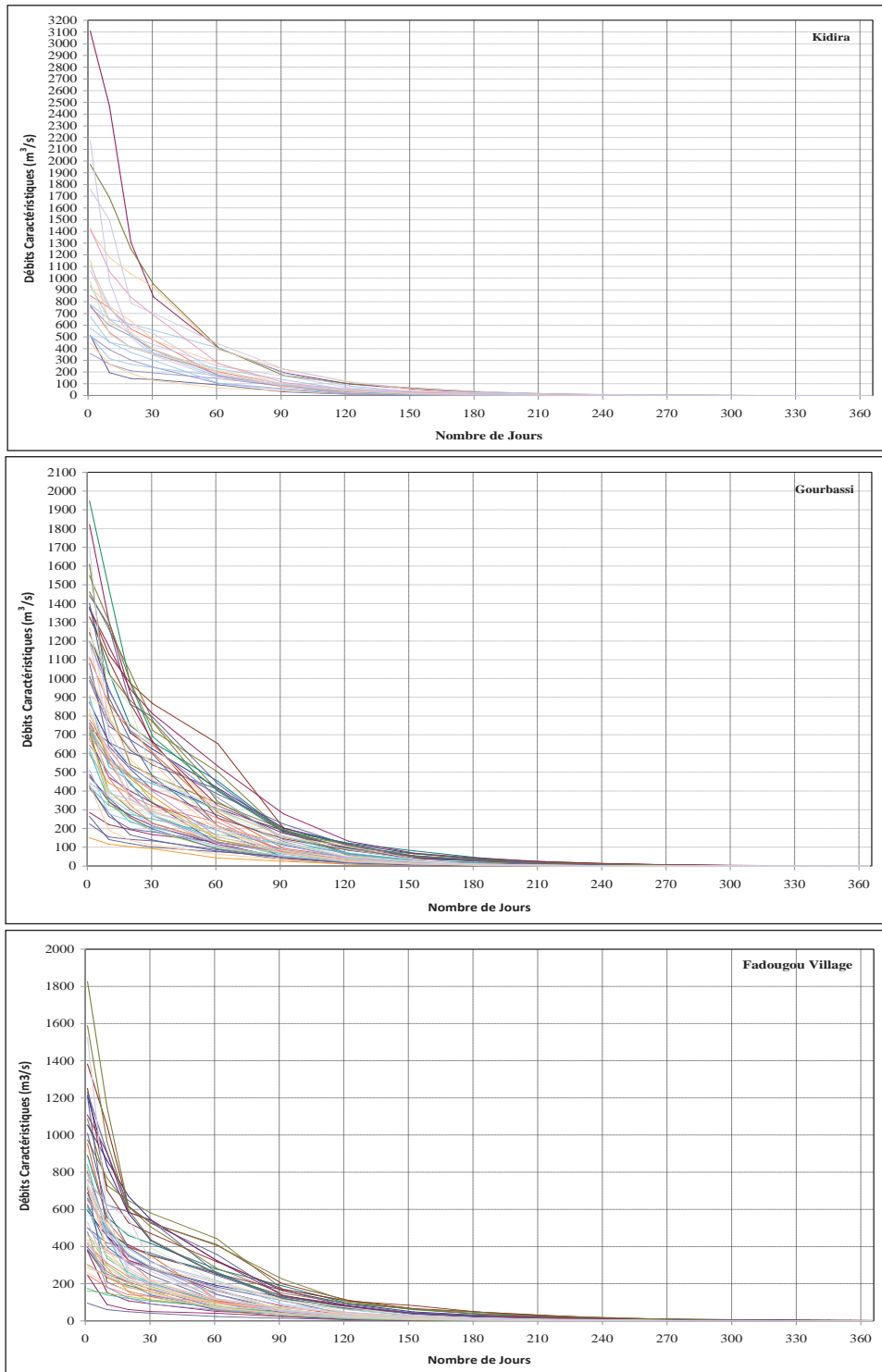


Figure 4.1.20 Débits caractéristiques de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

4.1.6.7 Bilan hydrologique de la Falémé aux stations de Kidira, Gourbassi et Fadougou

Pour un bassin versant donné, le bilan hydrologique peut être décrit par la formule suivante :

$$P = Q + DE + \Delta R$$

où :

P (mm) = lame d'eau moyenne reçue par le bassin ; Q (mm) = lame d'eau moyenne (mm) écoulée à l'exutoire du bassin versant ; DE (mm) = perte à l'atmosphère (évaporation et évapotranspiration) et ΔR (mm) = lames d'eau mises en réserve dans les nappes souterraines et celles restituées par ces mêmes aquifères (négligeable sur une longue période).

Le déficit d'écoulement DE qui n'exprime essentiellement que l'évapotranspiration réelle (ETR) peut ainsi être décrit :

$$DE = P - Q$$

Le coefficient d'écoulement (K_e) est, quant à lui, calculé à l'aide de la formule suivante :

$$K_e(\%) = \frac{Q}{P} * 100$$

Le volume total de l'eau écoulé pendant une année ou un mois (appelé indice d'écoulement) fournit la disponibilité moyenne annuelle et mensuelle en eau de surface par la relation suivante :

$$V = Q \times T$$

où :

V (m^3/an) = indice d'écoulement ; Q (m^3/s) = débit moyen annuel et T = nombre de seconde par année

Pour la période 1961 à 2012, le volume total moyen annuel à la station de Kidira a été d'environ 3,6 milliards de m^3 (tableau 4.1.28). Environ 89 % des eaux tombant sur le bassin versant ont été perdues à l'atmosphère (évaporation et évapotranspiration). Il est assumé pour une année donnée, que les volumes d'eaux s'infiltrant dans les sols sont égaux aux volumes d'eaux souterraines s'écoulant dans la Falémé.

Tableau 4.1.28 Volumes d'eaux écoulées aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

Station	Pluie moyenne (mm)	Débit moyen (m^3/s)	Volume total moyen (m^3)	Coefficient de ruissellement moyen
Kidira (1961-2012)	1 041,8	114,2	3 603 899 278	0,11
Gourbassi (1955-2012)	1 233	101	3 191 200 490	0,14
Fadougou (1954-2010)	1 337,5	72,80	2 297 404 148	0,17

Pour la période 1955 à 2012, le volume total moyen annuel à la station de Gourbassi a été d'environ 3,2 milliards de m^3 . Environ 86 % des eaux tombant sur le bassin versant ont été perdues à l'atmosphère.

Finalement, pour la station de Fadougou, le volume total moyen annuel pour la période 1954 à 2010, a été d'environ 2,3 milliards de m^3 . Environ 83 % des eaux tombant sur le bassin versant ont été perdues à l'atmosphère. Les volumes d'eau écoulés annuellement par la Falémé à la station de Fadougou sur la même période sont présentés au tableau 4.1.29.

Tableau 4.1.29 Volumes d'eaux écoulées annuellement à la station hydrométrique de Fadougou (1954-2010)

Année	Pluie Totale (mm)	Débit (m ³ /s)	Volume (m ³)	Coefficient de ruissellement
1954	1 613,6	170,1	5 364 273 600	0,36
1955	1 656,9	154,8	4 895 147 520	0,32
1956	1 581,1	141,9	4 474 958 400	0,30
1957	1 666,8	121,2	3 822 163 200	0,25
1958	1 834,3	139,6	4 402 425 600	0,26
1959	1 489,5	122,2	3 864 257 280	0,28
1960	1 418,5	102,7	3 238 747 200	0,24
1961	1 481,5	131,1	4 134 369 600	0,30
1962	1 505,3	115,5	3 642 408 000	0,26
1963	1 402,9	92,62	2 928 866 688	0,22
1964	1 575,6	150,9	4 758 782 400	0,32
1965	1 588,9	143,1	4 512 801 600	0,30
1966	1 822,5	139,1	4 386 657 600	0,26
1967	1 535,5	150,1	4 746 522 240	0,33
1968	1 251,4	39,67	1 251 033 120	0,11
1969	1 513,8	92,93	2 930 640 480	0,21
1970	1 175,9	73,17	2 307 489 120	0,21
1971	1 267,5	78,61	2 485 836 864	0,21
1972	1 185	27,61	870 708 960	0,08
1973	1 153,8	33,04	1 041 949 440	0,10
1974	1 502,9	81,22	2 561 353 920	0,18
1975	1 311,7	55,27	1 747 770 048	0,14
1976	1 338,5	45,04	1 420 381 440	0,11
1977	1 148,5	38,37	1 210 036 320	0,11
1978	1 305	70,85	2 234 325 600	0,18
1979	1 189	29,82	942 979 968	0,08
1980	1 114,2	55,64	1 754 663 040	0,17
1981	1 218,8	48,8	1 538 956 800	0,14
1982	1 240,1	35,22	1 110 697 920	0,10
1983	922,4	11,35	358 914 240	0,04
1984	1 025	16,17	509 937 120	0,05
1985	1 087,7	40,49	1 276 892 640	0,13
1986	1 138,8	35,78	1 128 358 080	0,11
1987	1 103,1	26,31	831 985 344	0,08
1988	1 221,3	58,34	1 839 810 240	0,16
1989	1 245,3	66,02	2 082 006 720	0,18
1990	1 118,1	36,15	1 140 026 400	0,11
1991	1 183,8	52,19	1 650 373 056	0,15
1992	1 033,7	31,22	984 553 920	0,10
1993	1 213,6	32,74	1 032 488 640	0,09
1994	1 570,7	75,66	2 386 013 760	0,16
1995	1 252,4	64,28	2 032 687 872	0,17
1996	1 247,9	46,48	1 465 793 280	0,13
1997	1 318,2	58,69	1 850 847 840	0,15
1998	1 232,5	68,64	2 164 631 040	0,19
1999	1 668,1	81,05	2 562 995 520	0,16
2000	1 309,1	45,81	1 444 664 160	0,12
2001	1 277	70,07	2 209 727 520	0,19
2002	1 055,7	36,87	1 162 732 320	0,12

Année	Pluie Totale (mm)	Débit (m³/s)	Volume (m³)	Coefficient de ruissellement
2003	1 529,6	93,67	2 962 070 208	0,21
2004	1 243,6	49,71	1 567 654 560	0,13
2005	1 330	65,82	2 075 699 520	0,17
2006	1 209	33,7	1 062 763 200	0,09
2007	1 299,6	46,9	1 483 090 560	0,12
2008	1 520,7	60,47	1 906 981 920	0,13
2009	1 394,1	71,43	2 252 616 480	0,17
2010	1 396,3	93,37	2 944 516 320	0,23
Moyenne	1 337,5	72,80	2 297 404 148	0,17

Les pertes à l'atmosphère semblent plus élevées pour la période 1972 à 2010 que pour la période 1954 à 1971. Les changements climatiques et l'utilisation du territoire (agriculture) pourraient expliquer en partie ce phénomène.

4.1.6.8 Ressources en eaux de surface disponibles sur la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, Gourbassi et Fadougou

Le tableau 4.1.30 présente les débits mensuels moyens et extrêmes sur la Falémé pour les stations de Kidira, Gourbassi et Fadougou. Les disponibilités mensuelles en eau de surface correspondant à ces débits sont présentées au tableau 4.1.31.

Pour la station de Fadougou, la disponibilité des ressources en eaux est particulièrement élevée de juillet à novembre. De mars à avril, la disponibilité est très faible. Une partie des eaux dans le bassin versant en amont est utilisée à diverses fins (agriculture, orpaillage, etc.).

Tableau 4.1.30 Débits mensuels moyens et extrêmes (m³/sec) de la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	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	82,0	25,2
Minimum	0,6	0,0	0,0	0,0	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	1424,0	1811,0	1609,0	376,8	91,8
Station de Gourbassi												
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	0,0	0,0	0,0	6,0	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	1194,0	904,1	139,5	64,6
Station de Fadougou												
Moyenne	9,6	4,8	2,2	1,0	0,8	7,9	68,4	271,4	310,4	131,0	41,9	18,8
Minimum	1,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	28,0	34,0	25,4	4,2	1,9
Maximum	32,8	18,9	8,7	4,3	5,3	63,0	266,2	765,4	873,8	627,2	117,9	62,6

4.1.7 Qualité des eaux de surface

4.1.7.1 Méthodologie

La firme SGS a procédé à deux campagnes de caractérisation des eaux de surface et des eaux souterraines de la zone d'étude restreinte. La première campagne s'est déroulée les 26 et 27 juin 2015 et la seconde campagne a été réalisée les 22 et 23 janvier 2016. La première campagne de caractérisation s'est donc déroulée au début de la saison des pluies et la seconde campagne a été réalisée en période sèche.

Lors de la campagne de juin 2015, cinq stations d'eaux de surface ont été échantillonnées. Trois stations étaient localisées sur la rivière Balinko et deux stations étaient situées sur la rivière Falémé. La carte 4.1.5 présente la localisation des stations d'échantillonnage.

Tableau 4.1.31 Volumes mensuels d'eaux disponibles sur la rivière Falémé aux stations hydrométriques de Kidira, de Gourbassi et de Fadougou (m³)

	Moyenne	Minimum	Maximum
Station de Fadougou			
Janvier	25 609 733	3 157 834	87 797 949
Février	11 606 218	875 750	45 698 687
Mars	5 961 085	53 568	23 173 518
Avril	2 491 685	-	11 192 256
Mai	2 029 812	-	14 265 159
Juin	20 548 035	101 088	163 347 841
Juillet	183 149 409	26 781 321	712 990 113
Août	726 949 623	74 995 200	2 050 047 425
Septembre	804 486 194	88 257 598	2 264 889 568
Octobre	350 817 296	68 058 144	1 679 892 513
Novembre	108 586 164	11 010 816	305 596 804
Décembre	50 444 293	5 080 925	167 667 836
Station de Gourbassi			
Janvier	22 839 533	408 188	83 432 159
Février	8 375 534	-	42 916 607
Mars	3 183 548	-	19 482 682
Avril	847 287	-	9 484 128
Mai	585 370	-	7 156 685
Juin	19 727 670	-	129 755 524
Juillet	215 312 381	15 979 335	739 506 256
Août	1 006 265 947	154 757 949	2 585 191 713
Septembre	1 269 905 468	179 003 514	3 094 848 000
Octobre	532 710 101	106 519 969	2 421 541 375
Novembre	140 222 707	15 297 984	361 584 000
Décembre	52 540 084	1 995 944	173 051 426
Station de Kidira			
Janvier	37 052 538	1 634 628	118 572 769
Février	12 369 854	38	36 578 304
Mars	6 029 557	-	20 430 835
Avril	2 129 796	-	11 067 840
Mai	4 220 615	-	88 896 092
Juin	34 378 781	-	291 859 196
Juillet	277 439 529	13 938 394	1 085 555 487
Août	1 336 820 347	154 061 569	3 814 041 600
Septembre	1 801 660 158	216 794 878	4 694 112 000
Octobre	840 436 794	99 475 774	4 309 545 600
Novembre	212 532 781	17 718 912	976 665 568
Décembre	67 565 319	5 091 638	245 769 990

Lors de la campagne de janvier 2016, onze stations d'eaux de surface ont été échantillonnées. Quatre stations étaient localisées sur la rivière Balinko et deux stations étaient situées sur la rivière Falémé (carte 4.1.5). Une station localisée sur le Koïla Kabé, un affluent de la Falémé a également été échantillonnée. Finalement, quatre petits cours d'eau ou marres localisés à l'intérieur des terres ont aussi été échantillonnés.

La collecte et la conservation des échantillons ont été réalisées conformément aux exigences des autorités compétentes du Sénégal. Les analyses de laboratoire ont été réalisées aux installations de la compagnie SGS au Mali, au Ghana et en Allemagne.

4.1.7.2 Résultats et interprétation

Les résultats obtenus ont été comparés aux recommandations (*guidelines*) de l'Organisation mondiale de la Santé (*World Health Association*, 2011) pour les eaux potables. En absence de valeur de référence de l'OMS, les recommandations de Santé Canada ont été utilisées pour certains paramètres.

Les résultats obtenus ont été aussi comparés aux recommandations (*guidelines*) de la *Food and Agricultural Organisation* (FAO) pour les eaux d'irrigation. En absence de valeur de référence de la FAO, les recommandations de Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) pour les eaux d'irrigation ont été utilisées pour certains paramètres. Finalement, les recommandations du CCME pour les eaux d'abreuvement du bétail ont aussi été utilisées.

Les tableaux 4.1.32 et 4.1.33 présentent les caractéristiques des échantillons d'eaux de surface pour les campagnes de caractérisation de juin 2015 et de janvier 2016. L'ensemble des données recueillies sont présentées dans les deux rapports de la firme SGS fournis à l'annexe 4.1.5.

La contamination organique est généralisée. En effet, tous les échantillons récoltés ont démontré la présence coliformes fécaux et de coliformes totaux. Les échantillons récoltés en 2016 ont également montré la présence de streptocoques fécaux. L'absence de streptocoques fécaux dans les échantillons récoltés en 2015 indique probablement un problème analytique au laboratoire.

L'Organisation mondiale de la santé recommande que les eaux de consommation humaine ne contiennent aucun coliforme fécal. Ainsi, toutes les eaux de surface échantillonnées étaient impropres à la consommation humaine. Les concentrations les plus importantes ont été observées en aval de Guémedji sur la Balinko (jusqu'à 2 419,6 coliformes par 100 ml dans plusieurs échantillons). Les concentrations observées sur la Falémé et sur le Koïla Kabé sont plus faibles (de 435 à 649 coliformes par 100 ml). Il semble donc que les déjections humaines et animales rendent les eaux de surface inconsommables pour les humains.

Par ailleurs, tous les échantillons montraient des concentrations en coliformes fécaux supérieures à la recommandation du CCME pour l'irrigation (100 coliformes par 100 ml). Il est à noter que cette norme ne s'applique pas à l'arrosage des parties consommées (par exemple, pour la laitue et les tomates). La recommandation du CCME pour les coliformes totaux dans les eaux d'irrigation (1 000 coliformes par 100 ml) est également excédée pour neuf des 16 échantillons.

De plus, en raison des concentrations de coliformes totaux, ces eaux seraient également non conformes à la recommandation du CCME pour l'abreuvement du bétail (les eaux doivent être de très grande qualité).

Des concentrations significatives d'hydrocarbures ont été observées dans la majorité des échantillons. En fait, avec la méthode d'analyse utilisée (méthode gravimétrique), il y a souvent interférence avec la matière organique présente, de sorte que ce ne sont pas des résidus de carburants, d'huiles ou de graisses qui sont mesurés. Le fait que les concentrations mesurées en période sèche après une forte décomposition de la matière organique (environ 30 mg/l) soient nettement plus élevées qu'en période humide (environ 10 mg/l) corrobore cette hypothèse. Les concentrations élevées en azote total Kjeldahl (azote inorganique) observées lors de la campagne de 2015 indique également la présence de matière organique. L'absence

d'azote organique dans les échantillons recueillis lors de la campagne de 2016 est probablement attribuable à un problème analytique au laboratoire.

Au niveau des paramètres inorganiques, seules certaines concentrations en fer et en manganèse ont excédé les recommandations du CCME pour l'eau potable. Toutefois, ces recommandations portent les propriétés organoleptiques (couleur et odeur) et aucunement sur la santé, de sorte que l'impact sanitaire des dépassements observés ne sont pas considérés significatifs.

Les échantillons récoltés au début de la saison humide étaient plus acides (pH variant de 5,69 à 6,64) que les échantillons récoltés pendant la saison sèche (pH variant de 6,1 à 7,3). En fait, quatre des cinq échantillons récoltés en 2015 montraient des pH inférieurs aux recommandations pour l'eau potable et pour les eaux d'irrigation (pH de 6,5), contre un seul pour la campagne de 2016. Il est à noter qu'au niveau de la santé, des eaux de faible pH peuvent causer une irritation des yeux lors du lavage du corps. Toutefois, le pH n'a pas d'impact direct lorsque l'eau sert uniquement comme eau potable.

Il est à signaler que toutes les concentrations en cyanures totaux, en cyanures libres, en cyanures WAD (*weak acid dissociable*) et en mercure étaient inférieures aux seuils analytiques correspondants, même dans les secteurs où du cyanure et du mercure sont utilisés dans le cadre des activités d'orpaillage à proximité des rivières Balinko et Falémé.

Pour tous les autres paramètres, les concentrations observées sont faibles et ne sont pas susceptibles de causer d'impacts sur les humains, les animaux et l'environnement.

4.1.8 Sédiments

4.1.8.1 Généralités

Les activités reliées à la construction et à l'opération de la mine sont susceptibles de contaminer les eaux et d'augmenter les concentrations de matières en suspension ou en matières et composés organiques. L'utilisation de la machinerie augmente également les risques de déversements ou de fuites accidentels d'hydrocarbures. De plus, les activités d'orpaillage réalisées à l'intérieur même de la zone d'étude et aux abords des rivières Balinko et Falémé peuvent avoir déjà porté préjudice aux sédiments en place.

Dans ce contexte, l'état de référence du milieu récepteur a été déterminé. De cette façon, toute contamination naturelle des sédiments au sein de la zone d'étude pourra, le cas échéant, être détectée préalablement à la réalisation des activités associées au présent projet et ne pourra pas lui être attribuée.

La caractérisation de la qualité des sédiments du milieu vise trois objectifs :

- Définir l'état de référence de la qualité des sédiments pour la protection de la vie aquatique;
- Établir s'il y a eu contamination antérieure au projet minier Boto;
- Décrire la granulométrie des sédiments au droit des de la zone d'étude.

Tableau 4.1.32 Qualité des eaux de surface - Campagne de juin 2015

Paramètre	Unité	OMS	Santé Canada	FAO	CCME		Stations				
		Qualité de l'eau de boisson	Qualité de l'eau potable	Eau d'irrigation	Qualité de l'eau à des fins agricoles		F1	F2	F7	F8	F10
Station d'échantillonnage					Eau d'irrigation	Abreuvement de bétail					
Date d'échantillonnage											
Paramètres physico-chimiques de base											
pH	-	-	6.5-8.5	-	-	-	6.04	6.64	6.04	6.11	5.69
Conductivité	uS/cm	-	-	-	-	-	16.1	13.5	13.5	14	136
Couleur apparente	TCU	-	15*	-	-	-	165	89	78	74	179
Couleur réelle	TCU	-	-	-	-	-	74	61	39	33	23
Particules en suspension totales	mg/L	-	-	-	-	-	19	7	8	9	38
Turbidité	UTN	-	1	-	-	-	28	10.1	10	12.5	255
Dureté	mg/L	-	-	-	-	-	62	51	50	46	54
Alcalinité	mg/L	-	-	-	-	-	73	60	60	56	65
Ions et nutriments majeurs											
Ammoniac	mg/l	-	-	-	-	-	0.05	0.05	0.03	0.09	0.07
Azote de Kjeldahl	mg/l	-	-	-	-	-	2600	3000	2500	990	1800
Chlorure (Cl ⁻)	mg/l	-	250*	-	100	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2
Cyanures libres	mg/l	-	0.2	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanures WAD	mg/l	-	0.2	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanures totaux	mg/l	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Fluorures (F ⁻)	mg/l	1.5	1.5	1	1	2	0.1	0.1	0.1	0.1	1
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	45	-	-	100	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	3	3.2	-	-	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phosphate (PO ₄ ³⁻)	mg/l	-	-	-	-	-	0.15	0.08	0.07	0.07	6
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	mg/l	-	500*	-	-	1000	10	2	2	6	6
Paramètres microbiologiques											
Coliformes totaux	UFC/100ml	-	0	-	1000	-	2419.6	2419.6	2419.6	1413.6	770.1
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0	-	100	-	419.6	2 419.6	2 419.6	648.8	547.5
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<1
Métaux et métalloïdes extractibles totaux											
Antimoine (Sb)	mg/l	0.02	0.006	-	-	-	0.001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.01	0.1	0.1	0.025	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
Baryum (Ba)	mg/l	0.7	1	-	-	-	0.11	0.081	0.089	0.069	0.076
Bore (B)	mg/l	2.4	5	-	0.5	5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cadmium (Cd)	mg/l	0.003	0.005	0.01	0.005	0.08	<0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Calcium (Ca) dissous	mg/l	-	-	-	-	1000	15	12	12	10	12
Chrome (Cr)	mg/l	0.05	0.05	0.1	-	-	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002
Chrome VI (Cr VI)	mg/l	-	-	-	0.008	0.05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cuivre (Cu)	mg/l	2	1	0.2	0.2	0.5	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002
Fer (Fe)	mg/l	-	0,3*	5	5	-	0.7	0.4	0.4	0.4	0.3
Magnésium (Mg) dissous	mg/l	-	-	-	-	-	5.9	5	4.9	5.2	5.9
Manganèse (Mn)	mg/l	0.4	0.05*	-	0.2	-	0.14	0.08	0.08	0.09	0.07
Mercuré (Hg)	mg/l	0.006	0.001	-	-	0.003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nickel (Ni)	mg/l	0.07	-	0.2	0.2	1	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
Plomb (Pb)	mg/l	0.01	0.01	-	0.2	0.1	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002
Potassium (K) dissous	mg/l	-	-	-	-	-	3.6	3.8	3.5	1.8	2.1
Sodium (Na) dissous	mg/l	-	200	-	-	-	4.1	3.7	3.5	3.5	3.5
Uranium (U)	mg/l	0.03	0.02	-	0.01	0.2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zinc (Zn)	mg/l	-	5*	2	1	50	<0,1	0.021	0.1	0.051	0.041
Hydrocarbures											
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	mg/l	-	-	-	-	-	14	8	11	12	8

Légende :

Noir	Dépassement des valeurs de la Directives pour la qualité de l'eau de boisson - Organisation mondiale de la Santé, 2011
Gris	Dépassement des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Santé Canada, 2014
Gras	Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Eau d'irrigation CCME, 1999
<i>Italique</i>	Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Abreuvement de bétail, CCME, 1999

* : Objectif d'ordre esthétique

Tableau 4.1.33 Qualité des eaux de surface - Campagne de janvier 2016

Paramètre	Unité	OMS	Santé Canada	FAO	CCME		LDM	Stations											
					Qualité de l'eau à des fins agricoles	Eau d'irrigation		F1A	F1B	F2	F3	F4	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Paramètres physico-chimiques de base																			
pH	-	-	6.5-8.5	-	-	-	-	7.3	7.3	6.8	7.2	7.1	7.1	7.3	7.2	7.3	6.1	6.7	6.9
Conductivité	uS/cm	-	-	-	-	-	-	7.7	7.7	16.8	7.7	7.7	7.7	6.9	7.2	6.9	8.7	10.8	8.6
Couleur apparente	TCU	-	15	-	-	-	-	48	102	61	64	76	114	124	130	144	312	168	176
Couleur réelle	TCU	-	-	-	-	-	-	<5	33	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	154	<5	<5
Particules en suspension totales	mg/L	-	-	-	-	-	-	<1	16	<1	4	<1	4	<1	<1	38	2	<1	
Turbidité	UTN	-	1	-	-	-	-	3.3	24	1.2	11.7	10.7	12.5	13.9	6.2	9.5	68.6	10.1	6.6
Dureté	mg/L	-	-	-	-	-	-	32	33	58	33	33	32	27	29	30	13	37	30
Alcalinité	mg/L	-	-	-	-	-	-	34	34	88	33	34	33	32	35	33	15	52	44
Ions et nutriments majeurs																			
Ammoniac	mg/l	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Azote de Kjeldahl	mg/l	-	-	-	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Chlorure (Cl ⁻)	mg/l	-	250 ^{OE}	-	-	100	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cyanures libres	mg/l	-	0.2	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanures WAD	mg/l	-	0.2	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanures totaux	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
Fluorures (F ⁻)	mg/l	1.5	1.5	1	-	1	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	45	-	-	-	100	0.11	0.08	<0,06	0.2	0.16	0.11	0.12	0.24	0.12	0.14	0.09	0.16
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	3	3.2	-	-	-	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phosphate (PO ₄ ⁻³)	mg/l	-	-	-	-	0.2	0.1	<0,02	0.05	0.03	<0,02	0.02	<0,02	0.02	0.02	0.04	0.13	<0,02	0.09
Sulfate (SO ₄ ⁻²)	mg/l	-	500 ^{OE}	-	-	-	1000	6	4	2	7	7	6	5	4	4	4	2	3
Paramètres microbiologiques																			
Coliformes totaux	UFC/100ml	0	0	-	-	1000	-	1413.6	1413.6	2419.6	2419.6	2419.6	3419.6	1046.2	816.4	517.2	2419.6	2419.6	2419.6
Coliformes fécaux	UFC/100ml	0	0	-	-	100	-	1413.6	1413.6	2419.6	2419.6	1553.1	461.1	435.2	517.2	517.2	2419.6	1203.3	2419.6
Streptocoques fécaux	UFC/100ml	0	-	-	-	-	-	74.4	195.1	1986.3	72.2	313.0	139.6	165.0	19.9	20.3	2419.6	686.7	2419.6
Métaux et métalloïdes extractibles totaux																			
Antimoine (Sb)	mg/l	0.02	0.006	-	-	-	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Arsenic (As)	mg/l	0.01	0.01	0.1	-	0.1	0.025	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Baryum (Ba)	mg/l	0.7	1	-	-	-	-	0.039	0.04	0.064	0.042	0.044	0.046	0.039	0.048	0.04	0.023	0.057	0.018
Bore (B)	mg/l	2.4	5	-	-	0.5	5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cadmium (Cd)	mg/l	0.003	0.005	0.01	-	0.005	0.08	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Calcium (Ca) dissous	mg/l	-	-	-	-	-	1000	8	8	12	8	8	8	6	7	7	3	8	5
Chrome (Cr)	mg/l	0.05	0.05	0.1	-	-	-	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001	0.002
Chrome VI (Cr VI)	mg/l	-	-	-	-	0.008	0.05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cuivre (Cu)	mg/l	2	1	0.2	-	0.2	0.5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fer (Fe)	mg/l	-	0.3 ^{OE}	5	-	5	-	0.6	1.0	0.4	1.0	1.1	0.9	0.9	0.9	0.7	1.9	2.6	0.4
Magnésium (Mg) dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	3.0	3.1	6.8	3.1	3.1	3.0	3.0	2.8	3.0	1.3	4.1	4.2
Manganèse (Mn)	mg/l	0.4	0.05 ^{OE}	-	-	0.2	-	0.0140	0.029	0.071	0.027	0.034	0.270	0.020	0.018	0.016	0.040	0.0190	0.007
Mercurure (Hg)	mg/l	0.006	0.001	-	-	-	0.003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nickel (Ni)	mg/l	0.07	-	0.2	-	0.2	1	<0,001	0.001	0.002	<0,001	0.001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0.003	0.002	0.001
Plomb (Pb)	mg/l	0.01	0.01	-	-	0.2	0.1	<0,0005	0.0010	0.0010	0.0020	0.0010	0.0010	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0.0010
Potassium (K) dissous	mg/l	-	-	-	-	-	-	0.8	0.9	2.9	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.0	0.7	2.3	1.0
Sodium (Na) dissous	mg/l	-	200	-	-	-	-	2.2	2.1	10.4	2.1	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	6.4	5.5
Uranium (U)	mg/l	0.03	0.02	-	-	0.01	0.2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zinc (Zn)	mg/l	-	5 ^{OE}	2	-	1	50	0.067	0.038	0.032	0.022	0.039	0.073	0.029	0.052	0.048	0.007	0.026	0.038
Hydrocarbures																			
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	mg/l	-	-	-	-	-	-	16	17	23	<5	23	68	22	26	33	32	8	36

Légende :
 Noir : Dépassement des valeurs de la Directives pour la qualité de l'eau de boisson - Organisation mondiale de la Santé, 2011
 Gris : Dépassement des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Santé Canada, 2014
 Gras : Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Eau d'irrigation CCME, 1999
 Italique : Dépassement des Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles, Abreuvement de bétail, CCME, 1999

^{OE} : Objectif d'ordre esthétique

4.1.8.2 Approche méthodologique

Neuf (9) échantillons de sédiments ont été prélevés à l'intérieur de la zone d'étude restreinte. Les stations d'échantillonnage ont été réparties le long des rivières Balinko et Falémé en amont et en aval de sites d'orpaillage (carte 4.1.7). Les stations d'échantillonnage des sédiments ont été localisées dans les mêmes secteurs que les stations d'échantillonnage des eaux de surface. Ces analyses permettront de déterminer si des investigations approfondies devront être réalisées sur certains secteurs des rivières Balinko et Falémé.

Pour les sédiments, les paramètres d'analyse comprennent les paramètres suivants qui ont été analysés au laboratoire :

- Granulométrie et sédimentométrie;
- Soufre;
- Mercure et métaux extractibles totaux (Al, As, Cd, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb et Zn) par ICP-MS;
- Cyanures totaux;
- Contenu en matières organiques;
- Hydrocarbures pétroliers.

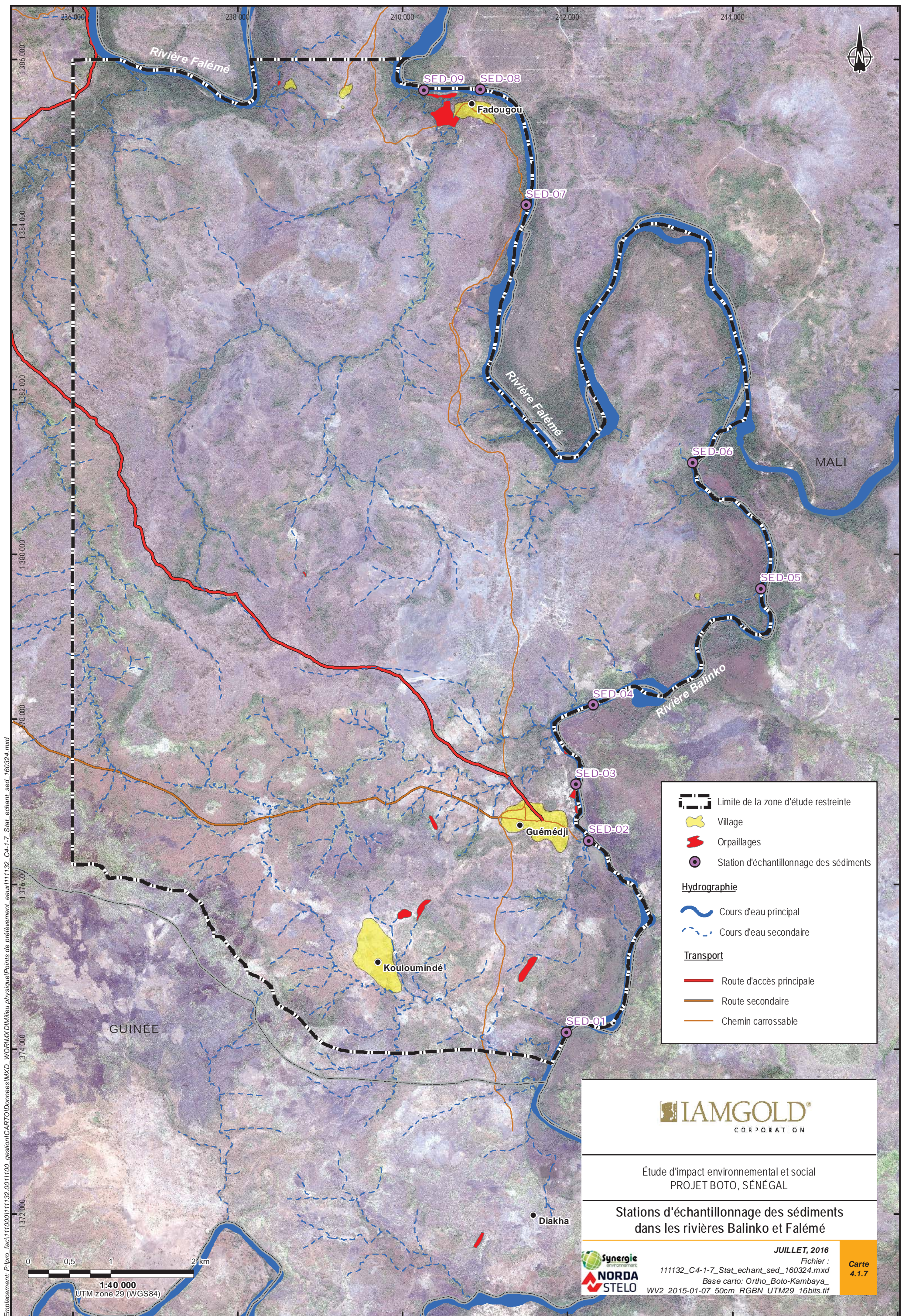
4.1.8.2.1 Programme d'assurance et de contrôle qualité

Afin de s'assurer de la validité des résultats obtenus suite à l'analyse des échantillons récoltés, les analyses ont été réalisées par le laboratoire indépendant Maxxam Analytique situé au Canada. Les sédiments ont été analysés selon les délais prescrits et les mesures de conservation requises, notamment la conservation des échantillons à 4 °C. Les méthodes d'analyse utilisées sont conformes aux méthodes de référence recommandées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ, 2010).

Afin d'effectuer un contrôle de la qualité de la méthode d'échantillonnage, un échantillon a été prélevé en duplicata à une station (échantillonnage ponctuel). Pour les analyses de sédiments, la variabilité est jugée acceptable lorsque la différence relative des résultats observés est inférieure à 30 %. Les résultats de ces contrôles de qualité sont présentés au tableau 4.1.34. Ainsi, tous les résultats obtenus sont conformes aux critères de performance analytique recommandés à l'exception du soufre qui dépasse légèrement le seuil recommandé de 30 %.

4.1.8.2.2 Critères d'interprétation des résultats d'analyses

En l'absence de critères de qualité de sédiments au Sénégal, la qualité des sédiments a été comparée premièrement avec les recommandations provisoires pour la qualité des sédiments (RPQS) et les concentrations produisant un effet probable (CEP) établies par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). Ces recommandations ont été instaurées afin d'évaluer dans quelle mesure une exposition à certaines substances contenues dans les sédiments est susceptible de produire des effets biologiques néfastes dans les systèmes aquatiques. Les valeurs normalisées pour l'Amérique du nord de l'U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) produisant un effet probable (CEP) dans les sédiments d'eau douce ont également été utilisées pour fins de comparaison. Finalement, à titre indicatif, les seuils (S1) recommandés par l'Institut National de l'Environnement industriel et des risques (INERIS) de France pour la gestion des sédiments de dragage en eaux douces (*Note juridique sur la gestion des sédiments extraits des cours d'eau et canaux, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 18 septembre 2006*) ont également été utilisés à titre comparatif. Ces seuils permettent de prendre en compte la protection de l'environnement et la santé humaine, en évitant l'immersion de sédiments dont la teneur en certaines substances présenterait un risque de contamination des milieux aquatique.



	Limite de la zone d'étude restreinte
	Village
	Orpaillages
	Station d'échantillonnage des sédiments
Hydrographie	
	Cours d'eau principal
	Cours d'eau secondaire
Transport	
	Route d'accès principale
	Route secondaire
	Chemin carrossable



Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Stations d'échantillonnage des sédiments
dans les rivières Balinko et Falémé**

JUILLET, 2016
Fichier : 111132_C4-1-7_Stat_echant_sed_160324.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif



Carte
4.1.7

Emplacement: P:\pro_faci\11000\111132_001\100_gestion\CARTO\Données\WXd_WOR\MXD\Milieu physique\Points de prélèvement_eaux\111132_C4-1-7_Stat_echant_sed_160324.mxd



Tableau 4.1.34 Résultats du contrôle de qualité des analyses des sédiments

Paramètres	Unité	LDR	Échantillon QA/QC		% PDR ¹
			SED-16-09	DUPLICATA	
Coordonnées X				-	
Coordonnées Y				-	
Profondeur à la station (m)				NA	
Date d'échantillonnage			2016-03-08	2016-03-08	
Métaux et métalloïdes extractibles					
Aluminium (Al)	mg/kg	20	11000	11000	0%
Arsenic (As)	mg/kg	2	18	17	6%
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.2	<0.2	<0.2	0%
Calcium (Ca)	mg/kg	30	1500	1300	14%
Chrome (Cr)	mg/kg	2	120	130	8%
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	33	32	3%
Fer (Fe)	mg/kg	10	46000	46000	0%
Magnésium (Mg)	mg/kg	10	1700	1700	0%
Manganèse (Mn)	mg/kg	2	910	750	19%
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	<2	<2	0%
Nickel (Ni)	mg/kg	1	26	25	4%
Mercure (Hg)	mg/kg	0.05	0.30	0.27	11%
Potassium (K)	mg/kg	50	1000	1000	0%
Plomb (Pb)	mg/kg	5	13	13	0%
Sodium (Na)	mg/kg	10	51	41	22%
Zinc (Zn)	mg/kg	5	48	46	4%
CONVENTIONNELS					
Cyanures Totaux	mg/kg	0.5	<0.5	<0.5	0%
Soufre (S)	mg/kg	100	290	210	32%
Carbone organique et hydrocarbures pétroliers					
Carbone organique total	%	0.01	8.8	8.8	0%
Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀)	mg/kg	100	<100	<100	0%

1 : Le % de différence (PDR) entre les échantillons a été établi en divisant la différence absolue par la moyenne des deux échantillons correspondants.

4.1.8.3 Résultats

L'échantillonnage des sédiments a été réalisé les 7 et 8 mars 2016. Le tableau 4.1.35 présente les résultats de qualité des sédiments obtenus. Les certificats d'analyse sont fournis à l'annexe 4.1.4.

4.1.8.3.1 Granulométrie

Dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé, les analyses granulométriques ont montré des proportions variables selon les échantillons. En effet, la proportion moyenne de particules fines (argile et silt) était de 56 %, les valeurs étant incluses entre 6 à 92 % selon les points d'échantillonnage. Les pourcentages de sable variaient entre 7 et 44 % avec une moyenne de 31 %, tandis que les proportions de gravier étaient incluses entre 0 et 60 % pour une moyenne de 13 %. Les résultats des analyses granulométriques sont présentés au tableau 4.1.35 et les certificats sont joints à l'annexe 4.1.4.

4.1.8.3.2 Carbone organique total

Dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé, les proportions de carbone organique total mesurées étaient inférieures à 10 % dans tous les échantillons. En effet, les valeurs mesurées dans les neuf échantillons étaient toutes incluses entre 5,2 et 9,0 %. Il est connu que la matière organique joue un rôle important pour fixer les métaux lourds dans les sédiments (Zhang *et al.*, 2014). Toutefois, dans le cadre du présent projet, aucun lien n'a été observé entre les concentrations en métaux et la proportion en carbone organique.

4.1.8.3.3 Métaux et métalloïdes

Par ordre décroissant de la valeur médiane, les cinq métaux les plus abondants dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé étaient le fer (38 000 mg/kg), l'aluminium (10 000 mg/kg), le magnésium (1 500 mg/kg), le calcium (970 mg/kg) et le potassium (830 mg/kg).

Parmi les neuf échantillons prélevés, certains dépassements des critères utilisés pour fins de comparaison ont été observés pour l'arsenic, le chrome et le mercure. Par conséquent, les résultats pour ces paramètres sont présentés dans les sous-sections qui suivent. Les autres paramètres des métaux et métalloïdes respectent les critères utilisés pour les fins de comparaison.

Dans le cadre du présent projet, aucune corrélation n'a été observée entre les concentrations en métaux et les proportions en carbone organique et en particules fines de silt et d'argile.

ARSENIC

Parmi les six échantillons prélevés dans la rivière Balinko, des dépassements de la RPQS (5,9 mg/kg) ont été observés dans trois échantillons tandis que à la valeur de RPQS a été dépassée dans les trois échantillons prélevés dans la rivière Falémé. La valeur de CEP (17 mg/kg) a été dépassée pour un seul point de prélèvement soit l'échantillon SED-16-09.

Les contenus en arsenic dans les sédiments sont plus élevés que ceux observés dans les sols de surface de la zone d'étude. Comme l'arsenic présente une forte affinité avec les oxydes de fer et de manganèse (CCME, 1999) qui sont abondants dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé, il est possible que l'arsenic de source allochtone tend à s'agglomérer avec ces substances dans les matériaux de fond et ainsi enrichir les teneurs dans les sédiments. Les résultats d'analyses semblent d'ailleurs montrer une corrélation entre les contenus en fer et en arsenic puisque les plus fortes valeurs mesurées en arsenic correspondent aux échantillons où les contenus en fer sont les plus élevés. La source de l'arsenic pourrait également être reliée à la minéralisation dans le secteur du projet Boto puisque des concentrations supérieures à 100 mg/kg ont souvent été répertoriées dans la roche stérile. Des concentrations qui dépassent sporadiquement les 300 mg/kg ont également été observées dans les travaux d'exploration de surface, notamment dans les termitières. Le rapport NI43-101 du projet Boto (RPA, 2013) signale notamment la présence d'arsenic dans la minéralisation en pyrite et en moindre mesure en arsénopyrite. De plus, Niane *et al.* (2014) rapportent des concentrations en arsenic supérieures à 200 mg/kg pour la pyrite que l'on retrouve dans le secteur de Kédougou.

CHROME

Les neuf échantillons de sédiments ont montré un contenu supérieur ou égal aux valeurs de RPQS (37,3 mg/kg) et de CEP (90 mg/kg). Trois des échantillons prélevés dans la rivière Balinko ont également montrés des contenus supérieurs à la valeur seuil de PEC de l'USEPA qui est fixée à 111 mg/kg tandis que les trois échantillons prélevés dans la Falémé ont également dépassé cette limite. Trois dépassements du seuil S1 de l'INERIS (150 mg/kg) ont également été observés, soit deux échantillons dans la rivière Balinko et un autre échantillon provenant de la rivière Falémé.

Tableau 4.1.35 Qualité des sédiments prélevés dans les rivières Balinko et Falémé

Paramètres	Unité	Limite de détection rapportée	CCME		USEPA	INERIS	Balinko						Falémé		
			RPQS	CEP	PEC	Seuil S1	SED-16-01	SED-16-02	SED-16-03	SED-16-04	SED-16-05	SED-16-06	SED-16-07	SED-16-08	SED-16-09
Profondeur à la station							0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
Date d'échantillonnage							2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-07	2016-03-08	2016-03-08	2016-03-08	2016-03-08	2016-03-08
Granulométrie															
Gravier (>500 um)	%	-					9	1	60	1	5	29	2	6	0
Sable (500 à 80 um)	%	-					43	44	34	7	44	23	29	39	20
Silt (80 à 2 um)	%	-	-	-	-	-	31	43	4	58	28	21	43	33	50
Argile (< 2 um)	%	-					17	12	2	34	23	27	26	22	30
Métaux et métalloïdes extractibles															
Aluminium (Al)	mg/kg	10	-	-	-	-	9500	6600	3300	13000	7500	13000	10000	10000	11000
Arsenic (As)	mg/kg	1	5.9	17	33	30	12	4	6	4	4	15	7	16	18
Cadmium (Cd)	mg/kg	0.2	0.6	3.5	4.98	2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Calcium (Ca)	mg/kg	30	-	-	-	-	1400	1400	180	640	970	630	490	1200	1500
Chrome (Cr)	mg/kg	2	37.3	90	111	150	90	96	180	130	110	200	130	160	120
Cuivre (Cu)	mg/kg	1	35.7	90	149	100	27	17	15	36	20	35	27	31	33
Fer (Fe)	mg/kg	10	-	-	-	-	43000	30000	34000	32000	38000	81000	34000	48000	46000
Magnésium (Mg)	mg/kg	5	-	-	-	-	1700	1100	170	1700	940	800	1300	1700	1700
Manganèse (Mn)	mg/kg	1	-	-	-	-	400	400	62	140	440	230	180	650	910
Mercure (Hg)	mg/kg	0.02	0.17	0.49	1.06	1	0.85	0.14	0.87	0.18	<0.05	<0.05	0.11	0.16	0.30
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	-	-	-	-	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel (Ni)	mg/kg	0.5	-	-	48.6	50	18	13	7	23	14	20	22	26	26
Plomb (Pb)	mg/kg	1	35	91.3	128	100	14	11	6	20	14	28	13	12	13
Potassium (K)	mg/kg	20	-	-	-	-	1000	660	120	1100	520	730	830	970	1000
Sodium (Na)	mg/kg	10	-	-	-	-	28	42	50	62	51	80	59	57	51
Soufre (S)	mg/kg	100	-	-	-	-	330	150	<100	260	130	<100	160	210	290
Zinc (Zn)	mg/kg	2	123	315	459	300	42	34	15	50	32	34	33	37	48
PARAMÈTRES CONVENTIONNELS															
Cyanures Totaux	mg/kg	0.5	-	-		-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Carbone organique et hydrocarbures pétroliers															
Carbone organique total	%	0.01	-	-		-	6.8	8.1	6.2	9.0	5.2	6.4	6.7	7.4	8.8
Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀)	mg/kg	100	-	-		-	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100

Légende

- Noir** > CEP
- Gris** > CEP et PEC
- Gras** > RPQS
- Surligné** > Seuil S1

Les contenus en chrome dans les sédiments des rivières Balinko et Falémé sont inférieurs à la teneur de fond mesurée dans les sols de surface échantillonnés lors de cette étude qui est de 297 mg/kg. De plus, les contenus mesurés en chrome sont du même ordre de grandeur que ceux rapportés par Niane *et al* (2014) dans le cadre de leur étude partant sur la qualité physico-chimique des sédiments du fleuve Gambie en lien avec les activités d'orpaillage dans la région de Kédougou. Ainsi, ces concentrations peuvent être attribuables à l'érosion et au transport des particules de sols autochtones.

MERCURE

Des dépassements de la RPQS (0,17 mg/kg) ont été observés dans trois des échantillons prélevés dans la rivière Balinko, alors qu'un dépassement de cette valeur a aussi été observé dans un échantillon provenant de la rivière Falémé. Deux dépassements de la valeur de CEP (0,49 mg/kg) ont également été mesurés dans la rivière Balinko.

Les concentrations en mercure mesurées dans les sédiments sont en général, plus élevées que les celles observées dans les sols de surface de la zone d'étude. En effet, la teneur de fond dans les sols calculée lors de cette étude est de 0,05 mg/kg, ce qui équivaut à la limite de détection utilisée pour l'analyse des sédiments.

Les contenus élevés pourraient être attribuables à l'utilisation de mercure pour l'extraction de l'or aux sites d'orpaillage localisés dans les secteurs de Guémédji et de Fadougou. Le fait que les concentrations les plus élevées proviennent de stations d'échantillonnage localisées près des villages appuie cette hypothèse. Toutefois, les plus forts contenus en mercure mesurés dans la rivière Balinko (0,87 et 0,85 mg/kg) sont jusqu'à 10 fois plus faibles que ceux mesurés par Niane *et al* (2014) dans le fleuve Gambie (maximum de 9,9 mg/kg). Il est possible qu'un plus grand effort d'échantillonnage dans les rivières Balinko et Falémé aurait permis de mesurer des contenus en mercure plus élevés que ceux observés lors de la présente étude.

4.1.8.3.4 Autres substances inorganiques

Les cyanures totaux et le soufre sont les seuls paramètres inorganiques autres que les métaux et métalloïdes qui ont fait l'objet d'analyses dans les sédiments. Toutes les analyses de cyanures totaux ont montré des valeurs sous la limite de détection de 0,5 mg/kg. Pour le soufre, les concentrations n'ont pas excédé 330 mg/kg. Il est à noter que le contrôle de qualité pour le soufre est le seul à ne pas respecter la limite de fiabilité établie pour cette campagne. En effet, tel que montré au tableau 4.1.34, le pourcentage de différence relative (PDR) entre l'échantillon original et le duplicata est de 32 %, ce qui est légèrement supérieur à la limite de fiabilité établie à 30 %.

4.1.8.3.5 Composés organiques

Parmi les composés organiques, seul le paramètre des Hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀) a été analysé. Toutes les analyses ont montré des valeurs sous la limite de détection de 100 mg/kg.

4.2 COMPOSANTES BIOLOGIQUES

4.2.1 Flore

L'objectif de cette section est de dresser un portrait général des espèces floristiques et des formations végétales présentes dans la zone d'étude du projet. Une attention particulière est également portée aux espèces qui ont un statut de protection particulier (selon l'Union Internationale pour la conservation de la Nature (UICN) ou le code forestier du Sénégal) ainsi qu'à la cartographie des habitats à intérêt écologique élevé.

Une description des communautés floristiques terrestres présentes dans la région est tout d'abord faite, suivie d'une description des conditions floristiques propres à la zone d'étude du projet.

4.2.1.1 Contexte régional

Le Sénégal est à cheval sur le domaine sahélien au nord, soudanien au centre, et sub-guinéen au sud avec à l'ouest une côte maritime longue de plus de 700 km. Cette situation détermine des conditions favorables à une diversification des écosystèmes et des espèces. Sur le plan écologique, le pays est subdivisé en six zones écogéographiques et présente quatre grands types d'écosystèmes : les écosystèmes arides et semi-arides, les écosystèmes sub-guinéens, les écosystèmes fluviaux et lacustres et les écosystèmes marins (MEPN, 1997). La richesse spécifique présente notamment un gradient nord (désert) - sud (forêt humide) marqué et lié à ces domaines phytogéographiques. Dans son état actuel, la végétation du Sénégal est caractérisée par son morcellement qui résulte non seulement des conditions climatiques et édaphiques, mais surtout d'une forte pression anthropique (CSE, 2010a).

La zone d'étude du projet est située dans la région de Kégoudou et fait partie du domaine sub-guinéen au sud du pays. Les formations végétales de la région de Kégoudou couvrent une superficie de 1 606 514 ha, soit 95 % du territoire régional. La végétation comprend plusieurs types de formations dont les principales sont la steppe, la savane, la forêt claire, la forêt galerie et les prairies marécageuses (IREF, 2013). La végétation ligneuse y est caractérisée par des espèces sub-guinéennes comprenant *Khaya senegalensis*, *Azalia africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Daniella oliveri*, *Chlorophora regia* ou *Ceiba pentandra*. La strate herbacée est constituée de graminées grossières telles que les *Andropogon* associées à *Spermacoce stachydea*. L'estuaire de la Casamance, située au sud-ouest du pays, entre la Gambie et la Guinée-Bissau, est principalement envahi par une mangrove de *Rhizophora racemosa* et de *Avicennia nitida* (Boyé, 2001).

La zone d'étude du projet est située plus spécifiquement au sud-est du pays (carte 4.2.1) dans un secteur limitrophe aux frontières Malienne et Guinéenne essentiellement occupé par des savanes boisées et des forêts (MEPN, 2010). Les savanes boisées sont dominées par des espèces tels que *Sterculia setigera*, *Lannea acida*, *Sclerocarya birrea*, *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera* et *Daniellia oliveri*. Dans ces formations végétales, la strate herbacée est marquée par des espèces des genres *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Digitaria*. Les forêts se rencontrent également sous forme de forêts claires, de forêts denses sèches et de forêts galeries. Les forêts claires sont caractérisées par des espèces telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Ceiba pentandra*, *Terminalia macroptera* tandis que les forêts denses sèches, souvent représentées sous forme de reliques, sont dominées par *Erythrophleum guineense*, *Detarium senegalense*, *Malacantha alnifolia*, *Parinari excelsa*, *Pentaclethra macrophylla*, *Raphia sudanica* et *Carapa procera*. Les forêts galeries occupent les vallées et sont caractérisées par des espèces telles qu'*Elaeis guineensis*, *Erythrophleum guineense*, *Khaya senegalensis*, *Carapa procera* et *Alchornea cordifolia*. On retrouve également par endroits des peuplements spécifiques très caractéristiques comme les mangroves, les palmeraies, les bambousaies et les gonakeraies (formation d'*Acacia nilotica*) (MEPN, 2010).

4.2.1.2 Zone d'étude

La zone d'étude restreinte utilisée pour les inventaires biologiques est présentée à la carte 4.2.1.

4.2.1.3 Approche méthodologique

4.2.1.3.1 Photo-interprétation

Des images satellitaires prises le 7 janvier 2015 ont fait l'objet d'une photo-interprétation afin d'identifier et de délimiter les types de formations végétales (savanes, forêts, etc.) et les milieux humides potentiellement présents dans le secteur à l'étude. La photo-interprétation a été réalisée par Norda Stelo et validée selon les informations récoltées sur le terrain par l'équipe de Synergie Environnement.

4.2.1.3.2 Relevés de terrain

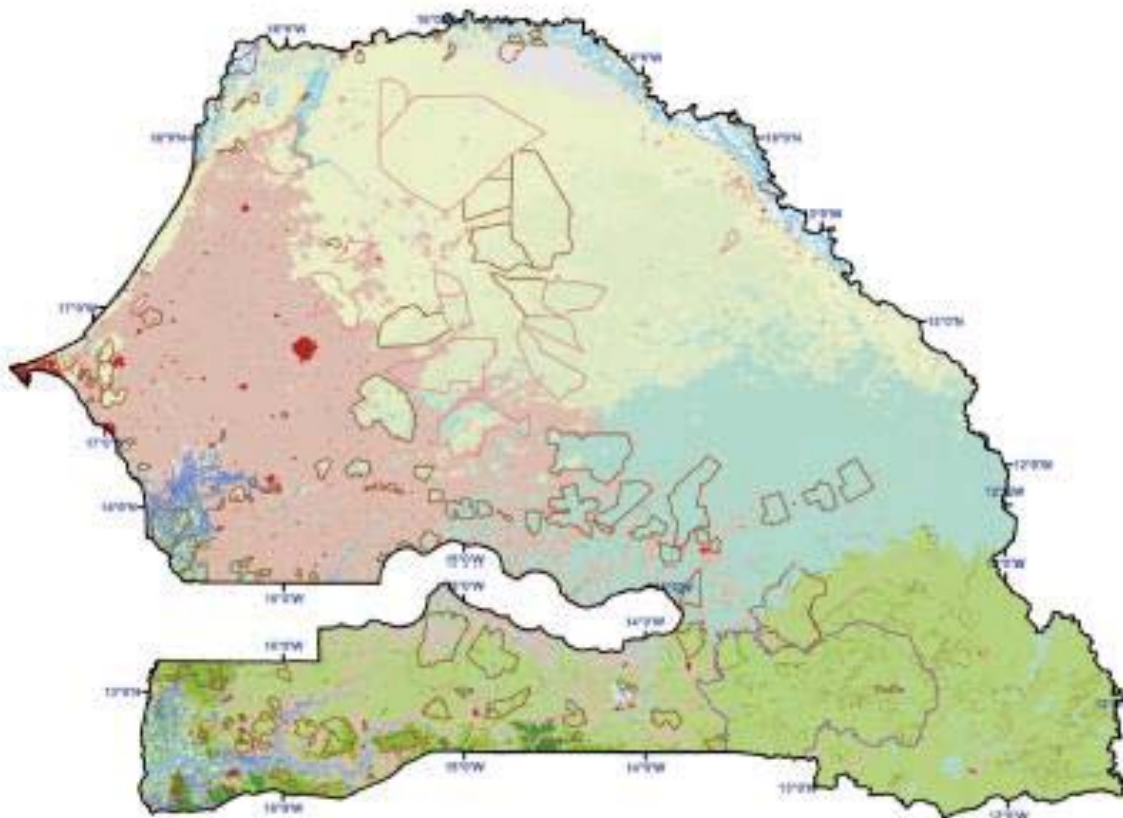
Un inventaire détaillé a également été réalisé par Synergie Environnement dans la zone d'étude du projet afin de décrire les espèces floristiques présentes dans les différentes strates de végétation des milieux naturels. Deux campagnes de terrain ont été réalisées entre les 20 et 28 juillet et les 22 et 29 novembre 2015, durant lesquelles un total de 98 stations a été inventorié, dont 80 stations réparties à travers la zone d'étude du projet. Un total de 18 stations localisées dans le secteur mais hors de la zone d'étude restreinte a aussi été inventorié. La localisation de ces stations a été déterminée de façon à représenter le plus possible les écosystèmes présents dans la zone d'étude (carte 4.2.2). Un effort accru a été prévu pour les formations végétales dominantes (savanes). Ainsi, l'effort d'échantillonnage a été réparti comme suit entre les habitats :

- 6 stations dans des savanes herbeuses;
- 65 stations dans des savanes arbustives à boisées;
- 9 stations dans des forêts galeries, dont 6 stations se situant dans des berges de cours d'eau.

La superficie d'échantillonnage a été établie à 100 m² pour la strate arborescente (diamètre à hauteur de poitrine (DHP) > 1,3 m) et 25 m² pour la strate arbustive (DHP < 1,3 m) et la strate herbacée. Le dispositif expérimental pour la strate arborescente consistait à établir quatre placettes de 100 m², distantes de 50 m les unes des autres au lieu de chaque station d'inventaire (carte 4.2.2). Pour les strates arbustive et herbacée, il s'agissait de mettre en place deux placettes d'échantillon de 25 m², contiguës et diamétralement opposées, pour chaque station d'inventaire.

Pour chaque station d'échantillonnage, toutes les espèces ont été identifiées à l'aide de guides de référence (Berhaut, 1967; Poilocot, 1995 et 1999; Lavie, 1990; Mugnier, 2011) et le pourcentage de recouvrement de chacune des strates de végétation (arborescente, arbustive et herbacée) a été évalué. Les espèces végétales non identifiées sur place ont été ramenées pour leur identification aux locaux de l'Herbier du Département de Biologie Végétale de l'Université Cheikh Anta Diop à Dakar ou par comparaison avec la collection de l'Herbier DAKAR, sur la base d'ouvrages de référence (Berhaut, 1967 ; Berhaut, 1971-1979 ; Arbonnier, 2000 ; Geerling, 1982). Les travaux de terrain ont été réalisés entre les 20 et 28 juillet 2015 puis entre les 22 et 29 novembre 2015 par une équipe de trois spécialistes de la végétation, soient Mr Abdoul Aziz Camara, botaniste et chef d'équipe, Mr Rahimi Mballo, ingénieur botaniste et Mr Ousmane Touré, Technicien en taxinomie.

Carte 4.2.1 Formations végétales à l'échelle du Sénégal



Légende

- Végétation naturelle**
- Forêt dense
 - Forêt galerie
 - Forêt claire
 - Mangrove
 - Plantation forestière
 - Savane boisée
 - Savane arborescente
 - Savane arbustive
 - Savane arborescente
 - Steppe arborescente
 - Steppe arborescente à arbustes

- Zone humide**
- Cours d'eau pérenne
 - Lac
 - Marais
 - Plaine inondable
 - Précipité aquatique
 - Vasière
 - Tan
- Territoire non végétalisé**
- Sol nu
 - Dune

- Territoire agricole**
- Culture irriguée
 - Culture pluviale
 - Culture maraîchère
- Territoire anthropisé**
- Localité
 - Infrastructure (autoroute / mine)
- Autres**
- Parcs Nationaux
 - Réserve Sylvicoles
 - Forêts Classées



Système de coordonnées Géographiques, Datum: WGS84

Source : OSS, décembre 2015



IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Formations végétales à l'échelle du Sénégal



AVRIL, 2018
111132_vegetation_Senegal_160419.mxd
Source : OSS, décembre 2015

Carte
1

4.2.1.3.3 Identification des espèces à statut précaire

Préalablement aux travaux d'inventaire, une évaluation du potentiel de la présence d'espèces végétales à statut précaire dans la zone d'étude ou à proximité a été principalement réalisée à partir des bases de données de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2018), du code forestier du Sénégal de 1998, de la flore illustrée du Sénégal (Berhaut, 1971-1979) et du rapport national sur la biodiversité (MEPN, 1997). Cette analyse préliminaire consiste à extraire les habitats préférentiels des plantes à statut colligées sur les listes des bases de données citées précédemment. Cette analyse, recoupée avec une analyse des habitats effectivement présents dans la zone d'étude, a permis de cibler les habitats préférentiels des plantes en péril potentiellement présentes dans la zone d'étude.

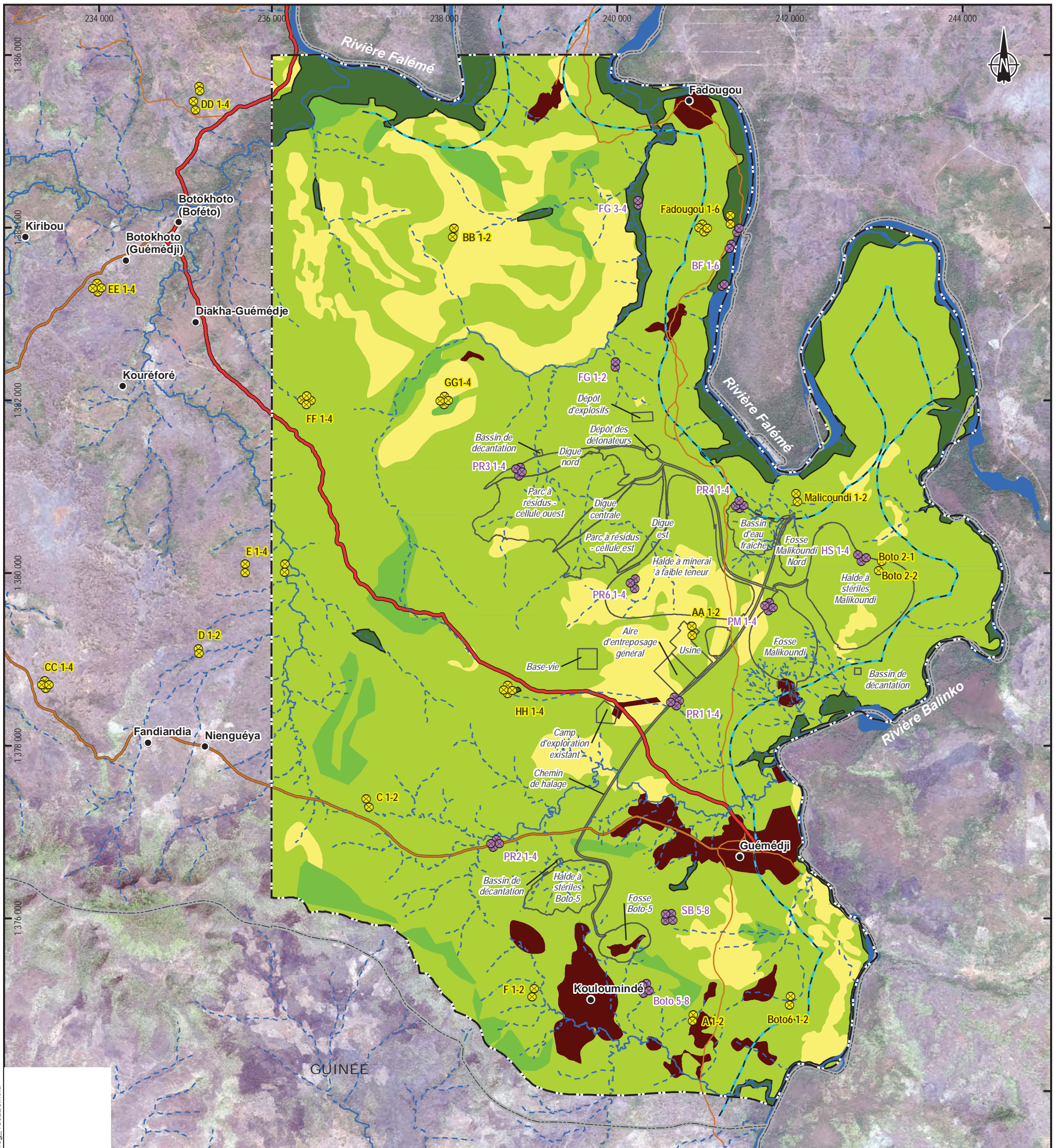
4.2.1.4 Formations végétales

La zone d'étude est essentiellement composée de savanes telles que présentées sur la carte 4.2.2 réalisée à l'aide des travaux de photo-interprétation d'images satellitaires de 2015 et des relevés de terrain effectués en juillet et novembre 2015.

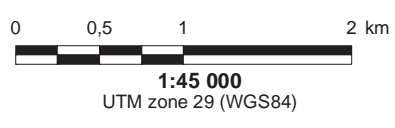
Les formations végétales existantes sont variables en fonction des unités topographiques. Ainsi, on retrouve une savane arborée voire herbeuse sur les plateaux cuirassés, la forêt sèche et la savane boisée sur les collines. Sur les versants biotopes plus étendus se développent des savanes boisées et des forêts claires tandis que les thalwegs abritent des galeries forestières qui dessinent une arborescence étroite tout le long du réseau hydrographique. Deux principales strates sont distinguées : le tapis herbacé constitué des espèces *Andropogon pseudapricus* et *A. gayanus* et caractérisé par sa vulnérabilité aux feux de brousse et le peuplement ligneux comprenant des espèces soudaniennes et soudano sahéliennes (Tropica, 2013).

La zone d'étude est aussi caractérisée par quelques plaines qui sont de vastes espaces planes correspondant aux lits majeurs des cours d'eau. Elles sont couvertes par une savane à *Andropogon gayanus* sous boisement arbustif ouvert à *Borassus aethiopum*, sur sol argilo-sableux. Elles assurent des rôles biologiques essentiels à la conservation de la biodiversité incluant les fonctions d'habitat, d'alimentation, de reproduction, de refuge et de repos pour de nombreuses espèces animales. Elles constituent également les sites d'habitation privilégiés comme la totalité des villages et hameaux sont localisés dans ces plaines.

Par ailleurs, la zone d'étude est située dans le bassin versant de la Falémé, affluent du fleuve Sénégal et cours d'eau le plus important de la zone. Cette rivière pérenne dont le régime hydrologique est étroitement lié au régime pluviométrique, constitue une frontière naturelle entre la Guinée, le Mali et le Sénégal. Le Balinko est le second cours d'eau le plus important dans la zone d'étude. Il s'agit d'un affluent de la Falémé et une rivière non pérenne qui prend sa source en Guinée. D'autres cours d'eau temporaires et moins importants sont le Koila Kobé, Sondogna, le Kiriboung et le Boto qui sont également des affluents de la Falémé (Tropica, 2013).



<p>Limite de la zone d'étude restreinte</p> <p>● Village / hameau</p> <p>— Infrastructures projetées</p> <p><small>Sources infrastructures projetées : 5084-501-G-0100_20180109_UTM Z 29.dwg X-C-SITE-ROAD-DTCH-PIPE-YR12.dwg</small></p> <p>Hydrographie</p> <p> Cours d'eau permanent</p> <p> Cours d'eau temporaires</p> <p>Transport</p> <p> Route d'accès principale</p> <p> Route secondaire</p> <p> Chemin carrossable</p>	<p>Stations de végétation</p> <p> novembre 2015</p> <p> juillet 2015</p> <p>Formations végétales</p> <p> Forêt galerie</p> <p> Forêt claire</p> <p> Savane arbustive à arborée et savane boisée</p> <p> Savane herbeuse</p> <p> Aire de protection des cours d'eau (500 m)</p> <p>Autres</p> <p> Anthropique (villages, cultures, orpaillage)</p>
--	--



IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Formations végétales et stations des inventaires floristiques dans la zone d'étude

FÉVRIER, 2018

Fichier : 111132-004_C4-2-2_Formation_veg_180226.mxd

Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.2.2

Synergie
SOLUTIONS

NORDA
STELO

Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Dommes\MAXD\11132-004_C4-2-2_Formation_veg_180226.mxd

Les berges des cours d'eau peuvent être distinguées en deux types suivant la morphologie et la couverture végétale qui reste marquée par une importante diversité. C'est ainsi que les berges des cours d'eau à écoulement pérenne (Falémé, Balinko) sont généralement hautes et leurs talus présentent une strate arborescente et arbustive dominée par des espèces comme *Khaya senegalensis*, *Ceiba pentandra*, *Saba senegalensis*, *Lanea acida*, *Hexalobus monopetalus*, *Piliostigma reticulatum*, *Ziziphus mauritian* ou *Combretum micranthum*. Les berges des cours d'eau temporaires (Sondonia, Tourébourg, Niarkhouya, Kambarakhaya, Boto, Botokoto etc.) restent souvent basses et sont bordées d'un cordon d'arbres dominés par des espèces comme *Anogeissus leiocarpus*, *Vitellaria paradoxa*, *Vetiver*, *Parkia biglobosa*, *Grevia bicolor*, *Acacia dudgeoni*, *Annona senegalensis*, *Crossopterix febrifuga*, *Cissus aralioides*, *Ficus dicranostyla* ou *Nauclea latifolia* (Tropica, 2013). Ces entités paysagères fortement boisées restent des corridors biologiques et des lieux de biodiversité majeure par le grand nombre d'habitats et de niches écologiques qu'elles offrent. Elles constituent aussi les principales voies de déplacement pour les animaux et renferment également une flore riche et diversifiée.

L'anthropisation du secteur se traduit par la présence de zones d'habitation et des emprises découlant des activités agricoles et pastorales ainsi que de l'orpaillage (carte 4.2.2).

Le tableau 4.2.1 résume les superficies des différentes formations végétales qui occupent la zone d'étude. Les formations végétales sont ainsi représentées principalement par la savane arbustive à boisée (73,4 %) et la savane herbeuse (13,5 %). La forêt galerie et la forêt claire occupent respectivement 5,2 % et 3,7 % de la superficie totale de la zone d'étude.

Un total de 205 espèces végétales a été répertorié au cours des inventaires de terrain, dont 80 espèces ligneuses et 125 espèces d'herbacées. La liste complète des espèces végétales recensées est présentée à l'annexe 4.2.1.

Tableau 4.2.1 Superficies des formations végétales, des zones anthropiques et des cours d'eau présents à l'intérieur de la zone d'étude

Type de formation végétale	Superficie (ha)	Superficie relative dans la zone d'étude (%)
Savane herbeuse	1 019,6	13,5
Savane arbustive à boisée	5 550,8	73,4
Forêt claire	279,4	3,7
Forêt galerie	391,3	5,2
Anthropique*	270,7	3,6
Cours d'eau	50,2	0,6
Total	7562,0	100

* Les activités anthropiques sont l'agriculture, les activités pastorales et l'orpaillage.

4.2.1.4.1 Savane herbeuse

La savane herbeuse constitue la savane au sens strict et est caractérisée par une couverture herbacée de 100 % et par l'absence ou la rareté des arbres et des arbustes (photo 4.2.1). Cette formation couvre 13,5 % de la superficie totale de la zone d'étude, ce qui équivaut à 1 019,6 ha (carte 4.2.2). La famille des *Poaceae* est la plus représentée. Ce type de végétation est principalement localisée sur les plateaux cuirassés (bowé) et est caractérisée notamment par *Andropogon pseudapricus*, *Diheteropogon hagerupii* et *Poycarpaea tenuifolia*.

4.2.1.4.2 Savane arbustive

Ce type de végétation présente une strate ligneuse dominée par les arbustes avec un taux de recouvrement du sol par les couronnes des individus ligneux compris entre 10 et 25 % (photo 4.2.2). Elle se

rencontre souvent sur les plateaux à cuirasse gravillonnaire et pierreuse avec une strate herbacée à *Andropogon pseudapricus*, *Diheteropogon hagerupii*, *Microchloa indica*, *Tripogon minimus*, *Bulbostylis coleotricha*, *Polycarpaea tenuifolia* et *Melliniella micrantha* et la strate ligneuse dominée par les Combretaceae et en particulier *Combretum glutinosum* et *Acacia macrostachya*.



Photo 4.2.1 Savane herbeuse de Bowal



Photo 4.2.2 Savane arbustive de plateau cuirassé

4.2.1.4.3 Savane arborée

La savane arborée est une formation herbeuse caractérisée par la présence d'arbres et d'arbustes répartis dans le tapis végétal et dont le taux de recouvrement des couronnes des espèces ligneuses est compris entre 5 et 25 % (OSS, 2015) (photo 4.2.3). La densité des individus ligneux est relativement faible par rapport à la savane boisée. Cette végétation est retrouvée notamment sur le plateau de la fosse Malikoundi et celui du parc à résidus.

4.2.1.4.4 Savane boisée

La savane boisée est caractérisée par la présence d'arbres et d'arbustes avec un taux de recouvrement du sol par les couronnes des ligneux compris entre 25 et 50 % (OSS, 2015) et la majorité des individus ligneux ne dépasse pas 10 m de haut (photos 4.2.3, 4.2.4 et 4.2.5).

4.2.1.4.5 Savanes ligneuses

Les savanes arbustives à boisées décrites précédemment occupent la majeure partie de de la zone d'étude avec un recouvrement de 73,4 % de la superficie totale, ce qui correspond à 5 550,8 ha. La strate herbacée reste dominée par *Pennisetum polystachion*. La strate ligneuse est constituée de *Pteleopsis suberosa*, *Acacia dudgeonii*, *Combretum collinum*, *Crossopteryx febrifuga* et *Hymenocardia acida*. La savane boisée a été répertoriée dans les sites de la fosse Boto 5 et du bassin d'eau fraîche du projet et qui représentent des prairies dépressionnaires sur des sols argileux gravillonnaires (carte 4.2.2).



Photo 4.2.3 Savane arborée



Photo 4.2.4 Savane boisée



Photo 4.2.5 Savane boisée à *Mitragyna inermis*

4.2.1.4.6 Forêt claire

Dans cette formation végétale, le taux de recouvrement du sol par les frondaisons des arbres et des arbustes varient de 50 à 75 % (OSS, 2015). Ce type de végétation occupe 3,7 % (279,4 ha) de la superficie totale de la zone d'étude (carte 4.2.2). La strate supérieure atteignant 15 m ou plus est constituée d'*Acacia sieberiana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Celtis integrifolia*, *Pterocarpus santalinoides* et *Syzygium guineense*. La strate ligneuse de moins de 15 m de hauteur est représentée par *Diospyros ferrea*, *Cola laurifolia*, *Rytigynia senegalensis*, *Cassia sieberina* ou *Hymenocardi heudelotii* (photo 4.2.6). On y retrouve également des arbustes lianescents comme *Gymnema sylvestre*, *Saba senegalensis* et *Strophanthus sarmentosus*.



Photo 4.2.6 Forêt claire

4.2.1.4.7 Forêt galerie

Les forêts galeries se développent dans les vallées, souvent longeant un cours d'eau, et sont caractérisées par la présence d'espèces sempervirentes et de lianes (photos 4.2.7 et 4.2.8). Le recouvrement du sol par les couronnes des plantes ligneuses est compris entre 75 % et 100 % (OSS, 2015). Ce type de végétation occupe 5,2 % (391,3 ha) de la superficie totale dans la zone d'étude et se retrouve essentiellement le long de la Falémé (carte 4.2.2). La présence des arbres de grande taille (15 à 20 m) est assez remarquable comme *Khaya senegalensis*. Des espèces végétales d'affinité guinéenne comme *Alchornea cordifolia*, *Cassia podocarpa*, *Trema orientalis* ont été inventoriées. Des lianes comme *Saba senegalensis*, *Cissus populnea*, *Combretum tomentosum* ou *Strophanthus sarmentosus* ont également été répertoriées.



Photo 4.2.7 Forêt galerie de la rivière Falémé



Photo 4.2.8 Forêt galerie de *Vetiveria nigritana*

4.2.1.5 Espèces à statut particulier

La consultation des informations disponibles dans la liste rouge de l'UICN, le code forestier du Sénégal (essentiellement article R63), la flore illustrée du Sénégal (Berhaut, 1971-1979) et le rapport national sur la biodiversité (MEPN, 1997) a permis d'établir les plantes à statut particulier susceptibles de se trouver dans la zone d'étude et leurs désignations : éteinte (EX), en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérable (VU), quasi menacée (NT); préoccupation mineure (LC) ou données insuffisantes (DD) selon l'UICN ou encore intégralement (INT) ou partiellement (PAR) protégées selon le code forestier du Sénégal. Le Code forestier du Sénégal a retenu onze espèces végétales intégralement protégées et dix-sept espèces partiellement protégées en fonction de l'ampleur des menaces qui pèsent sur elles. Les espèces

intégralement protégées sont considérées par l'Administration forestière comme les plus menacées à cause de leur faible abondance (espèces rares) ou de l'exploitation abusive dont elles font l'objet. La rareté (RAR), la vulnérabilité (VU), les menaces (MEN) ou l'endémisme (END) de certaines plantes ont été également extraits de la flore illustrée du Sénégal (Berhaut, 1971-1979) ou encore du rapport national sur la biodiversité (MEPN, 1997).

Il est à noter que la fragilité des palmiers a également conduit les autorités sénégalaises à interdire la saignée d'*Elaeis guineensis*, de *Borassus aethiopum* et de *Raphia spp.* Le Centre de Surveillance de la Conservation de la Nature (UNEP-WCMC) a signalé aussi 32 espèces qui seraient menacées au Sénégal du fait d'une surexploitation de leur bois, de leur fruit ou des deux à la fois. Ces espèces sont également répertoriées dans la liste du rapport sur la Biodiversité (MEPN, 1997). Les prélèvements effectués dépasseraient largement le rythme et les capacités de régénération de ces espèces (CSE, 2010). Parmi les espèces à statut désignées plus haut, un total de 22 espèces ont été recensées dans la zone d'étude lors des inventaires réalisés en juillet et novembre 2015 (carte 4.2.3 et tableau 4.2.2). L'espèce *Cordyla pinnata* a aussi été recensée lors des inventaires de 2015, mais à une station située en dehors de la zone d'étude. Parmi les 22 espèces répertoriées, trois, soit *Raphia sudanica*, *Khaya senegalensis* et *Vitellaria paradoxa*, sont sur la liste la plus récente de l'UICN (2018).

Parmi les 22 espèces à statut recensées dans la zone d'étude, un total de trois espèces ont été localisées au droit des infrastructures du projet (carte 4.2.3), soient *Diospyros mespiliformis*, *Ozoroa pulcherrima*, *Pterocarpus erinaceus*.

4.2.1.6 Aires protégées et autres zones d'importance écologique

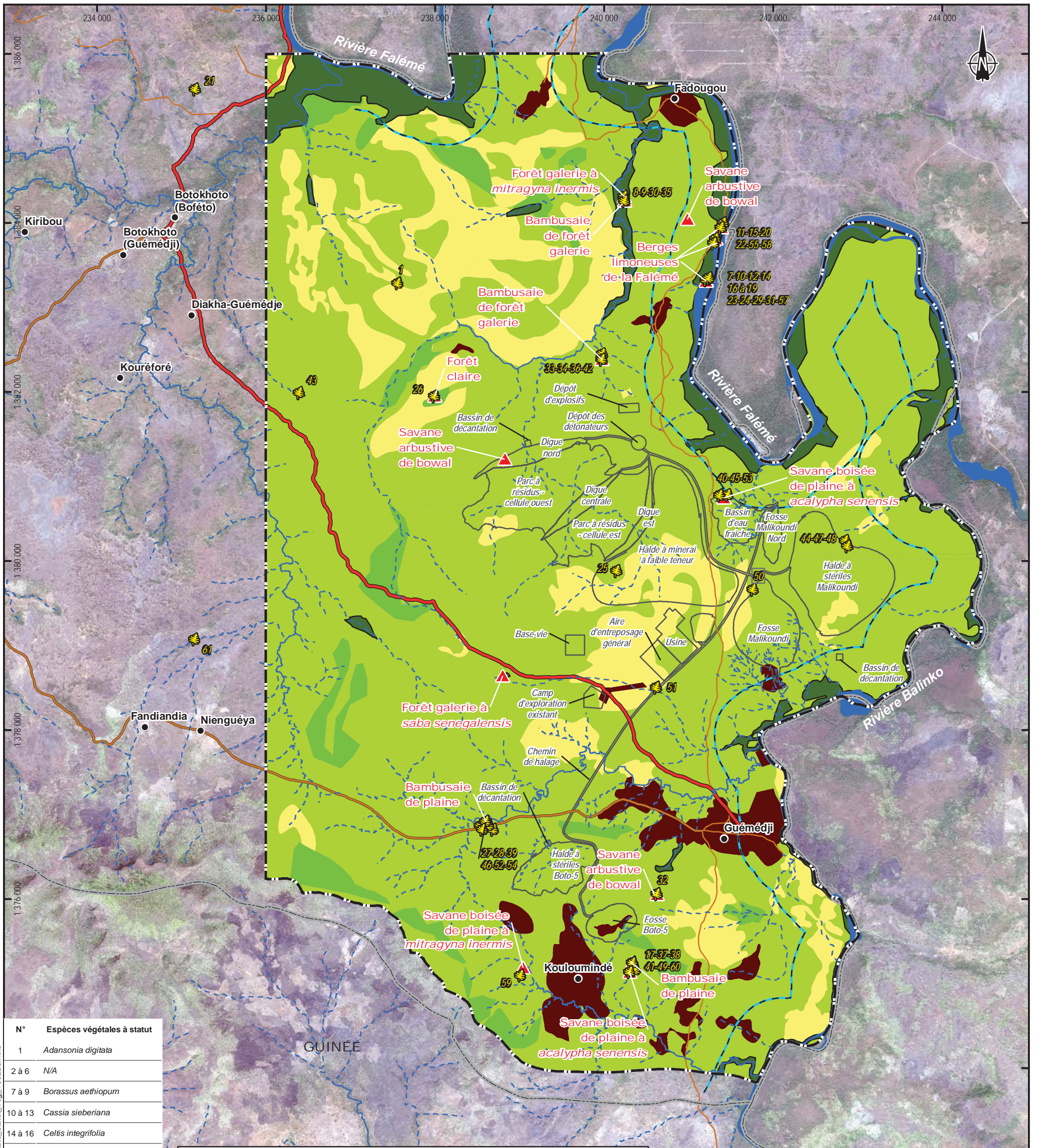
La diversité biologique du Sénégal est concentrée dans des sites de forte densité comme certains parcs nationaux, réserves, forêts classées, forêts galeries, cours d'eau et lacs. Ces sites couvrent les principaux écosystèmes particuliers, terrestres, marins, côtiers, fluviaux et lacustres. Ces écosystèmes se dégradent sous l'effet de facteurs naturels, anthropiques et juridiques. Les pressions anthropiques constituent les principaux facteurs d'érosion de la biodiversité.

C'est dans ce contexte de dégradation des ressources naturelles et de la biodiversité que le Sénégal a signé, en 1992 puis ratifié en 1994, la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) afin de renforcer le cadre juridique et institutionnel de gestion de la biodiversité. Le respect de ses engagements dans le cadre de la mise en œuvre de cette Convention de Rio a amené le Sénégal à élaborer une monographie de la biodiversité, une stratégie nationale et un plan national d'actions pour la conservation de la diversité biologique et un programme communautaire de conservation de la diversité biologique dans les sites de haute biodiversité. Les études de base ayant servi à l'élaboration de ces documents nationaux ont montré l'état inquiétant de l'évolution de la diversité biologique au Sénégal.

Tableau 4.2.2 Liste des espèces floristiques à statut particulier recensées dans la zone d'étude

Espèce	UICN (2018)	Code forestier du Sénégal (1998)	Rapport National Biodiversité (1997)	Flore Illustrée du Sénégal (1991-1998)
Adansonia digitata		PAR	RAR et MEN	
Borassus aethiopum		PAR	RAR et MEN	
Cassia sieberiana			VU (Intérêt médicinal)	
Celtis integrifolia		INT		
Cola laurifolia			RAR et MEN	
Combretum micranthum			VU (Intérêt médicinal)	
Diospyros mespiliformis		INT		
Holarrhena africana		INT		
Indigofera leptoclada			END	
Khaya senegalensis	VU	PAR		
Lepidagathis capituliformis				END du Fouta-Djalou
Neuracanthus niveus				END de Kédougou
Oxytenanthera abyssinica				RAR et MEN
Ozoroa pulcherrima				END de Kédougou
Parkia biglobosa			RAR et MEN	
Pavetta cinereifolia			RAR et MEN	
Pterocarpus erinaceus		PAR		
Raphia sudanica	DD		RAR et MEN	
Saba senegalensis			RAR et MEN	
Sterculia setigera			RAR et MEN	
Vitellaria paradoxa	VU	INT		
Ziziphus mauritiana		PAR		

Note : Données insuffisantes (DD), intégralement (INT) ou partiellement (PAR) protégées, rare (RAR), vulnérable (VU), menacée (MEN), endémique (END)



Empilement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Dommes\MXD\11132-004_C4-2-3_Habitats_statut_veg_180226.mxd

N°	Espèces végétales à statut
1	<i>Adansonia digitata</i>
2 à 6	N/A
7 à 9	<i>Borassus aethiopicum</i>
10 à 13	<i>Cassia sieberiana</i>
14 à 16	<i>Celtis integrifolia</i>
17	<i>Cola laurifolia</i>
18 à 20	<i>Combretum micranthum</i>
21	<i>Cordyla pinnata</i>
22 à 25	<i>Diospyros mespiliformis</i>
26	<i>Holarrhena africana</i>
27-28	<i>Indigofera leptoclada</i>
29 à 31	<i>Khaya senegalensis</i>
32	<i>Lepidagathis capituliformis</i>
33-34	<i>Neuracanthus niveus</i>
35 à 39	<i>Oxytenanthera abyssinica</i>
40	<i>Ozoroa pulcherrima</i> (syn. <i>Heeria pulcherrima</i>)
41	<i>Parkia biglobosa</i>
42-43	<i>Pavetta cinereifolia</i>
44 à 55	<i>Pterocarpus erinaceus</i>
56	<i>Raphia sudanica</i>
57-58	<i>Saba senegalensis</i>
59	<i>Stererculia setigera</i>
60-61	<i>Vitellaria paradoxa</i>

Limite de la zone d'étude restreinte	Enjeux Espèces végétales à statut particulier
Village / hameau	Habitat à potentiel écologique élevé
Infrastructures projetées	
Hydrographie	
Cours d'eau permanent	Formations végétales
Cours d'eau temporaires	Forêt galerie
	Forêt claire
	Savane arbustive à arborée et savane boisée
	Savane herbeuse
Transport	
Route d'accès principale	Autres
Route secondaire	Anthropique (villages, cultures, orpaillage)
Chemin carrossable	Aire de protection des cours d'eau (500 m)

0 0,5 1 2 km
1:45 000
UTM zone 29 (WGS84)

IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Espèces végétales à statut particulier et habitats
à potentiel écologique élevé dans la zone d'étude**

FÉVRIER, 2018
Fichier : 11132-004_C4-2-3_Habitats_statut_veg_180226.mxd
Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

Carte 4.2.3

Synergie
NORDA
STELO

La loi n°86-04 du 24 janvier 1986 et son décret d'application n°86-844 du 14 juillet 1986 portant Code de la Chasse et de la Protection de la Faune prévoient des zones de protection de la faune. La région de Kédougou renferme différentes catégories d'aires protégées et un parc national, le parc national de Niokolo Koba (PNNK), qui a acquis une dimension internationale. Il figure en effet sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO et sur celle du Réseau mondial des réserves de biosphère (programme MAB pour *Man and Biosphere*) depuis 1981. Créé en 1954, le PNNK est le premier et le plus grand du réseau des parcs nationaux du Sénégal et s'étend sur 913 000 ha avec sa zone tampon. Il existe également des réserves naturelles communautaires mises en place dans le cadre de projets tel que le PGIES (Programme de Gestion Intégrée des Écosystèmes Forestiers du Sénégal).

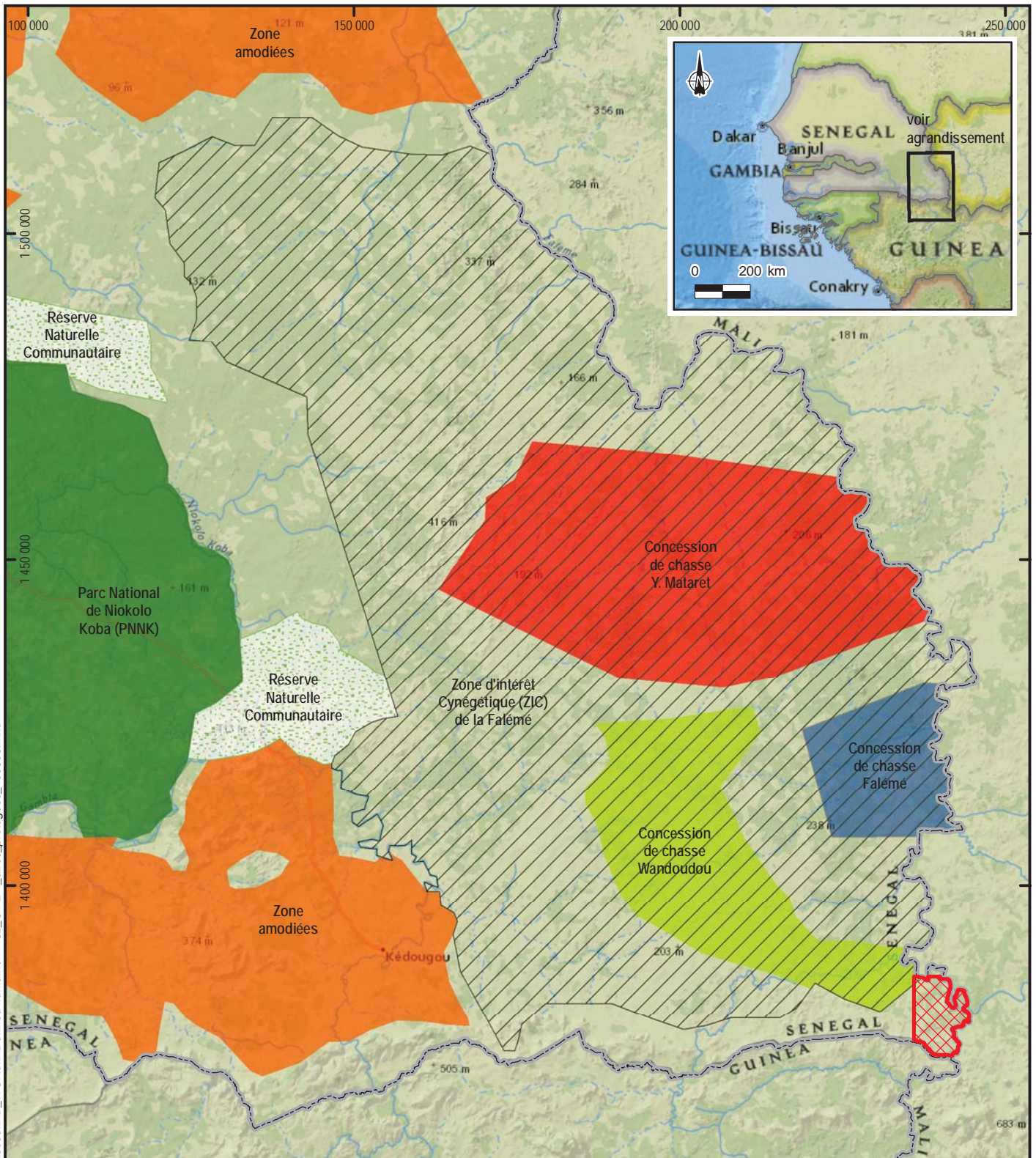
La Zone d'Intérêt Cynégétique (ZIC) de la Falémé a été créée par le Décret n° 78-506 du 15 juin 1978. La zone d'étude restreinte du projet est localisée au sud-est de la ZIC de la Falémé et se situe non loin de concessions de chasse ainsi qu'à plus de 100 km du sud-ouest du PNNK (carte 4.2.4). Par ailleurs, le permis Boto empiète sur 177,5 ha de la ZIC.

Une ZIC, selon le code de la Chasse (1986) est une partie du territoire où le gibier et la chasse présentent un intérêt scientifique majeur et où la faune sauvage est susceptible, sans inconvénient sensible pour les autres secteurs de l'économie, d'être portée à un niveau aussi élevé que possible en vue de son étude scientifique ou de son exploitation rationnelle à des fins touristiques et cynégétiques. Les ZIC peuvent être gérées par la Direction des Eaux et Forêts mais peuvent faire l'objet d'amodiation ou constituer un territoire de chasse pilote. Dans une ZIC, la faune bénéficie d'une protection partielle pour sa valorisation, cependant certaines espèces ont des statuts particuliers (protection intégrale, partielle, endémique, etc.). Pour une meilleure gestion du potentiel faunique, certaines zones font l'objet de concessions de chasse. La ZIC de la Falémé, créée en 1972, couvre 1 360 000 ha et est à cheval sur deux départements, Kédougou et Bakel (carte 4.2.4).

4.2.1.6.1 Habitats à potentiel écologique élevés dans la zone d'étude

La zone d'étude du projet est composée d'une mosaïque de formations végétales assez diversifiées, qui a subi des perturbations au fil des années, depuis l'installation humaine et minière dans le secteur. La pression anthropique est encore présente à ce jour avec la mécanisation des cultures, les défrichements sur brûlis, les puits d'orpaillage, la divagation du bétail ou encore l'exploitation du bois d'œuvre. Malgré le potentiel que représentent ces milieux en termes d'habitats fauniques notamment, la pérennité de plusieurs milieux naturels est donc compromise. Ceci renforce la nécessité de cibler et de protéger les habitats prioritaires pour la conservation dans la zone d'étude, comme il demeure certains habitats encore peu perturbés et constituants des lieux de biodiversité majeure pouvant abriter un grand nombre d'espèces fauniques, notamment protégées.

Les habitats à potentiel écologique élevés et retenus comme prioritaires sont représentés par des unités qui sont à la fois rares à l'échelle de la zone d'étude, mais également territoriales. Il s'agit également d'habitats qui abritent presque toujours des espèces floristiques à statut prioritaire selon une des institutions citées précédemment (section 4.2.1.5). Ces différents habitats jouent aussi un rôle écologique central à titre de refuges (sites alimentation, nidification, etc.) ou de corridors fauniques.



Emplacement: P:\pro_faci\111000111132_001\1100_gestion\CARTO\Donnees\MXD_WORIMXD\Wlieu_humain\111132_C4-2-4_aires_protégees_160505.mxd

	Zone d'étude restreinte		Concession de chasse Falémé
	Frontière internationale		Concession de chasse Wandoudou
			Concession de chasse Y.
			Parc National de Niokolo Koba (PNNK)
			Réserve Naturelle Communautaire
			Zone d'intérêt Cynégétique (ZIC) de la Falémé
			Zone amodiées

Source :
Figure 20, Analyse sommaire de l'état initial environnemental et social du permis d'exploitation du site de Boto, TROPICA Environnemental Consultants, juin 2013.

0 5 10 20 km
1:850 000
UTM zone 29 (WGS84)

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Aires protégées et concessions de chasse à proximité de la zone d'étude

JUILLET, 2016

Fichier : 111132_C4-2-4_aires_protégees_160505.mxd
Base carto: National Geographic World Map

Carte 4.2.4

La localisation de ces habitats prioritaires est indiquée à la carte 4.2.3 et sont représentés par :

- Les **berges limoneuses des cours d'eau** marquées par la présence d'espèces menacées et rares telles que *Borassus aethiopum*, *Celtis toka*, *Cola laurifoli*, *Diospyros mespiliformis*, *Saba senegalensis*;
- Les **bambousaies** qui sont des habitats particuliers d'une espèce menacée de disparition de la flore du Sénégal *Oxytenanthera abyssinica* (photos 4.2.9 et 4.2.10);
- La **forêt claire** à *Holarrhena floribunda*;
- Les savanes boisées de plaines dépressionnaires à *Acalypha senensis* (photo 4.2.11);
- Les **savanes arbustives à bowal** pouvant abriter *Lepidagathis capitiformis*, *Indigofera leptoclada* et *Ozoroa pulcherrima* (photo 4.2.12);
- Les **forêts galeries avec la présence d'espèces menacées ou rares** telles que *Cassia sieberiana*, *Diospyros mespiliformis*, *Khaya senegalensis*, *Saba senegalensis* et *Pavetta cinereifolia* (photo 4.2.13).

Parmi ces habitats prioritaires, un total de deux habitats à potentiel écologique élevé ont été répertoriés au droit des infrastructures prévues du projet (tableau 4.2.3 et carte 4.2.3).

Tableau 4.2.3 Habitats prioritaires recensés au droit des infrastructures prévues pour le projet

Habitat prioritaire	Localisation selon les infrastructures prévues
Savane arbustive à bowal	Parc à résidus-cellule ouest (au droit de la digue nord)
Savane boisée de plaines dépressionnaires à <i>Acalypha senensis</i>	Bassin d'eau fraîche



Photo 4.2.9 Bambousaie de plaine



Photo 4.2.10 Bambousaie de forêt galerie et palmeraie



Photo 4.2.11 Savane boisée à *Acalypha senensis*



Photo 4.2.12 Savane arbustive à *Ozoroa pulcherrima*



Photo 4.2.13 Forêt galerie à *Saba senegalensis*

4.2.2 Habitat et faune aquatique

Cette section de l'EIES a pour but de décrire les habitats et la faune aquatique des cours d'eau parcourant la zone d'étude restreinte (ZER) du projet, soit la Falémé et la Balinko, et aussi de la rivière Kolia Kabé, située en aval de la ZER. Plus spécifiquement, ce volet de l'étude vise à :

- Décrire les habitats aquatiques des cours d'eau de la ZER en présentant un sommaire de leurs caractéristiques physiques et une description de la végétation aquatique selon l'abondance relative des espèces identifiées;
- Décrire les communautés de macro-invertébrés benthiques selon la composition, l'abondance et la richesse spécifique;
- Décrire la population de poissons selon la composition, la richesse et l'abondance relative des espèces;
- Déterminer les espèces de poisson ayant un statut particulier de conservation.

4.2.2.1 Généralités

La rivière Falémé est le cours d'eau le plus important situé dans la zone du permis de Boto. Elle est alimentée par deux affluents, soit par la rivière Balinko au sud et par la rivière Koïla Kabé au nord, dont la confluence se situe à la hauteur de Boféto.

La zone d'étude restreinte (ZER) pour l'EIES est limitée à l'est par la rivière Balinko et au nord par la Falémé (carte 4.2.1). La rivière Kolia Kabé se jette dans la Falémé, en aval des limites de la ZER.

La rivière Falémé est le dernier affluent du cours supérieur du fleuve Sénégal et prend sa source dans le Fouta Djallon en Guinée, à environ 800 m d'altitude. La superficie du bassin versant de la Falémé couvre 28 900 km² partagée entre les républiques du Mali, du Sénégal et de la Guinée Conakry. Avec une superficie de 11 500 km², la partie sénégalaise du bassin de la Falémé s'étend sur les départements de Bakel, Kédougou et de Saraya. Le bassin de la Falémé est limité à l'ouest par l'escarpement prolongeant les Monts Bassari, à l'est par la falaise de Tambouara et au sud par les contreforts des massifs du Fouta Djallon (Sow, 2007).

Les écosystèmes d'eau douce au Sénégal supportent une grande diversité d'espèces de plantes et d'animaux en raison principalement de la disponibilité en eau (USAID/Sénégal, 2008).

Les poissons constituent une ressource importante pour les populations locales. Dans la zone du permis de Boto, la pêche est pratiquée dans le Koïla Kabé, la Falémé et le Balinko. Elle constitue une activité d'appoint de subsistance et une source de revenus additionnels pour combler les déficits de l'agriculture et de l'élevage des populations locales (Tropica, 2013). La pêche permet ainsi à certaines localités de s'approvisionner en poisson pendant une bonne partie de l'année.

4.2.2.2 Approche méthodologique

La caractérisation des habitats aquatiques et des communautés d'invertébrés benthiques et de poissons des cours d'eau du secteur à l'étude a été réalisée à l'aide de deux campagnes d'inventaire. Ces campagnes ont été effectuées du 22 au 26 juillet 2015 pendant la période de hautes eaux (crue) et du 13 au 19 décembre 2015, lors de la période de décrue.

Au total, sept stations d'inventaire ont été positionnées dans les trois cours d'eau ciblés incluant trois stations dans la rivière Falémé, trois sur le Balinko et une station sur le Kolia Kabé, un affluent de la Falémé. Les coordonnées géographiques de chaque station d'inventaire ont été relevées par GPS. La liste des stations d'inventaire du milieu aquatique et une description sommaire de celles-ci est fournie dans le tableau 4.2.4.

Tableau 4.2.4 Stations d'inventaire du milieu aquatique

Station	Cours d'eau	Coordonnées UTM (zone 29, WGS84)		Profondeur (m)	Largeur (m)	Nature du Substrat	Activités humaines	Type d'inventaire
		X	Y					
FALEME-01	Falémé	236231	1386802	< 1	120	Rocheux et caillouteux	Orpillage	Végétation, macro-invertébrés, poissons
FALEME-02	Falémé	240910	1385557	2	80	Rocheux et caillouteux	Orpillage	Végétation, macro-invertébrés, poissons
FALEME-03	Falémé	234100	1388300	1	150	caillouteux	aucune	Végétation
KOLIKA-01	Kolia Kabé	233739	1388570	2,5	30	Rocheux et caillouteux	Lessive	Végétation, macro-invertébrés, poissons
BALINKO-01	Balinko	242100	1377234	1	50	Rocheux et caillouteux	Agriculture	Végétation, poissons
BALINKO-02	Balinko	242106	1376722	2	80	Rocheux et caillouteux	Orpillage, activités domestiques (ex. lessives)	Végétation, macro-invertébrés, poissons
BALINKO-03	Balinko	242209	1376588	1	40	Rocheux et caillouteux	Orpillage	Végétation, macro-invertébrés

4.2.2.2.1 Habitats aquatiques

La caractérisation des habitats aquatiques est basée sur la description des caractéristiques biophysiques des rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé, notamment le type de substrat, le faciès d'écoulement, la profondeur et la végétation aquatique.

La méthode d'analyse des caractéristiques physiques des cours d'eau (faciès d'écoulement, type de substrat) a consisté principalement en une photo-interprétation en plan (vu des airs) de ces cours d'eau, à partir de la documentation existante, des images satellitaires disponibles et de la validation au moyen de photographies de terrain prises au sol en mai 2015.

Les observations effectuées lors des inventaires réalisés en juillet et décembre 2015 ont aussi été utilisées afin de compléter la description.

4.2.2.2.2 Végétation aquatique

L'inventaire de la végétation aquatique a été effectué selon la méthode d'inventaire aléatoire de surface. Cette méthode repose sur l'appréciation visuelle de la présence ou non d'une espèce en surface sans investigations dans les profondeurs des eaux (Parsons, 2001). C'est une méthode rapide et bien adaptée aux plantes submergés. Les tronçons choisis au droit des sept stations d'inventaire des rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé ont été parcourus à pied et en zigzag pour recenser les espèces de macrophytes aquatiques présentes.

Il est à noter que la méthode des quadrats ne s'adapte pas bien aux conditions du milieu. La vitesse du courant est relativement forte et les types d'embarcations disponibles sur les sites ne sont pas appropriés pour mener le travail avec sécurité. A cela s'ajoute le caractère épars et arbustif de la végétation aquatique dans les différents sites prospectés.

Les espèces de macrophytes présentes et leur indice d'abondance relative ont été relevés au sein de chaque station d'inventaire. L'indice d'abondance de chaque espèce relevée a été évalué suivant une échelle allant de 1 à 5 (tableau 4.2.5).

Tableau 4.2.5 Coefficient d'abondance relative utilisée selon le pourcentage de recouvrement par l'espèce de macrophytes

Échelle du coefficient d'abondance	Recouvrement
+	Recouvrement très faible
1	< 5 %
2	5 à 25 %
3	25 à 50 %
4	50 à 75 %
5	75 à 100 %

4.2.2.2.3 Macro-invertébrés benthiques

Les macro-invertébrés (mollusques, insectes et autres invertébrés) ont été échantillonnés dans la rivière Balinko (stations BALINKO-01 et BALINKO-02), la rivière Falémé (stations FALEME-01 et FALEME-02) et Koila Kabé (station KOLIKA-01). Les prélèvements des macro-invertébrés benthiques ont été effectués dans les zones accessibles à pied en privilégiant les zones peu profondes (rapides etc.). Les prélèvements ont été faits directement à la main à l'aide de tamis à manche (maille 1 mm). La végétation aquatique, les pierres, les débris végétaux ont été soigneusement prospectés par une équipe de trois personnes dans les zones peu profondes. Pendant la période de crue, la recherche d'organismes au niveau des pierres et des débris végétaux était limitée à cause du niveau élevé de l'eau.

Les organismes récoltés à chaque station ont été regroupés dans des bocaux contenant du formol afin de les conserver. L'identification des taxons et le comptage des individus récoltés à chaque station ont ensuite été réalisés au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire. La composition et la structure des peuplements ont été évaluées à partir de la richesse spécifique (nombre d'espèces) et de l'abondance relative.

4.2.2.2.4 Poissons

Une caractérisation des populations de poisson des rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé a été effectuée sur la base des informations recueillies lors de relevés d'inventaires réalisés dans le cadre du projet et selon les études antérieures réalisés dans la région.

Les travaux d'inventaire ont été réalisés du 22 au 26 juillet 2015 ainsi que du 13 au 19 décembre 2015.

Au total cinq stations ont été sélectionnées pour effectuer les pêches. La sélection des sites de pêche a été faite afin d'obtenir une représentativité des différents types d'habitats et suivant les critères d'accessibilité et de fréquentation par les pêcheurs artisans. Notons que l'abondance des hippopotames dans les rivières Falémé et Balinko a rendu difficile les inventaires. Les sites ou stations de pêches comprennent deux sites sur la rivière Falémé (stations FALEME-01 et FALEME-02), deux sites sur la rivière Balinko (stations BALINKO-01 et BALINKO-02) et une station sur la rivière Koila Kabé (station KOLIKA-01).

Les pêches ont été effectuées à l'aide d'une batterie de filets maillants de 90 m de longueur sur environ 4 m de chute. Les filets maillants sont les engins fixes les plus fréquemment utilisés pour les pêches scientifiques et par les pêcheurs et ont l'avantage d'être faciles d'emploi (Paugy et Lévesque, 2006). Afin de capturer un large éventail de tailles de poissons, la dimension des mailles des filets utilisés variait entre

20 mm, 25 mm, 30 mm, 32 mm, 33 mm, 40 mm, 45 mm et 50 mm. À chacune des stations, les filets maillants ont été mouillés le soir et relevés le lendemain matin. Le temps de pêche a été d'une nuit pour chaque station pour une durée de pose totale de 12 à 15 heures (durée moyenne de 13 heures). Lors des deux campagnes, un total de 8 filets dormants de mailles différentes ont été posés par site de pêche, représentant ainsi un effort de pêche de 8 nuit-filets par station.

Les données d'abondance en poisson ont été converties en rendement de pêche et sont ici exprimées en termes de captures par unité d'effort (CPUE) et de biomasse par unité d'effort (BPUE). Les rendements de pêche exprimés en CPUE correspondent au nombre de poissons capturés par nuit-filet, tandis que la biomasse par unité d'effort (BPUE) s'exprime selon la masse de poisson (g) capturé par nuit-filet. La structure de taille des populations de poissons des rivières de la zone d'étude a aussi été évaluée et décrite ci-après.

L'identification des espèces a été réalisée sur le terrain ou au laboratoire à l'aide de la clé d'identification de Lévesque *et al.* (1990, 1992). Pour chaque espèce, les individus ont été comptés, pesés et la longueur totale mesurée.

Les indicateurs biologiques analysés pour caractériser les populations de poisson sont la richesse spécifique, la fréquence d'occurrence, l'abondance relative et la biomasse de chaque espèce identifiée selon les stations.

La *richesse spécifique* est une mesure de la biodiversité et est exprimée ici par la richesse totale (*S*) qui correspond au nombre total des espèces que comporte un peuplement ou une population dans un écosystème donné. L'*abondance relative* est le rapport du nombre des individus de l'espèce prise en considération au nombre total des individus de toutes espèces confondus. La *fréquence d'occurrence* d'une espèce indique ici le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre total de stations où cette espèce est notée et le nombre total de toutes les stations prospectées.

4.2.2.3 Habitat aquatique

4.2.2.3.1 Caractéristiques fluviales

Les rivières Falémé et Balinko sont caractérisées par une série de méandres de sinuosité variable. Ce style irrégulier s'explique notamment par des débits forts variables (forte saisonnalité), par des pentes plus fortes que celles rencontrées généralement dans les secteurs à méandres réguliers, par l'importance du contrôle de la topographie locale sur la forme en plan et par la composition du lit et des berges.

La zone d'étude est parcourue par un réseau de marigots occupant principalement les secteurs de basses terres ou de plaines et les vallées. Ces cours d'eau temporaires sont, par définition, inondés que durant les épisodes de pluies. Le substrat de fond des rivières varie de sableux à des matériaux plus grossier (galet) avec par endroit des seuils rocheux.

BALINKO

Le Balinko est relativement encaissé par rapport à la topographie avoisinante, les berges sont composés de matériaux fins et font quelques mètres de hauteur, généralement moins de 5 m. Ce cours d'eau est caractérisé par un écoulement pérenne, et dont les vitesses de courant, au moins en période sèche, y sont très faibles, engendrant un écoulement lentique sur la totalité du tronçon.

Le long du tronçon étudié du Balinko, on observe la présence de bras secondaires séparés du bras principal par un banc d'accumulation, généralement d'une centaine de mètres de largeur et le plus souvent composé d'un pavage de cailloux, de galets et de blocs. En période sèche, ces bras secondaires sont probablement à sec et ne sont réactivés qu'en crue extrême.

Dépendamment des débits, le lit mineur du bras principal du Balinko peut présenter un faciès en seuil caractérisé par un rehaussement du lit, une granulométrie plus grossière et potentiellement un écoulement plus rapide, dit lotique durant les crues. Les bancs d'accumulation, rarement visités par les eaux, sont souvent colonisés par de la végétation arbustive. Des seuils rocheux sont également présents par endroits, réduisant ainsi la largeur du lit mineur.

Les berges sont quant à elles généralement occupées par de la végétation plus ou moins dense qui surplombe par endroit les eaux peu profondes aux abords des berges. Les rives concaves peuvent être en proie à l'érosion et sont ainsi des sources sédimentaires lorsque les débits augmentent.

FALÉMÉ

La Falémé présente des aspects similaires à la Balinko au plan des caractéristiques morphodynamiques. Par contre, la Falémé est un plus grand cours d'eau et se distingue ainsi à certains égards. D'abord, la Falémé adopte un style à méandres plus sinueux et dont l'amplitude est plus grande que dans le cas de la Balinko.

La Falémé est un cours d'eau pérenne et dont les vitesses de courant, au moins en période sèche, y sont très faibles sur la totalité du tronçon.

Au droit des bancs d'accumulation, le débit de surface de la rivière peut être interrompu à certains moments de l'année (saison sèche). La végétation des zones peu profonde peut être abondante. Lors des hautes eaux, les seuils végétalisés pourraient représenter des zones de fraie pour les poissons utilisant les zones herbacées pour se reproduire. Les blocs qu'on peut y observer fournissent un substrat plus grossier que celui des tronçons plus rectilignes. Les seuils de roche sont également communs.

En aval de Fadougou, la Falémé traverse une suite de petits rapides jusqu'à Goubassi, dus à la présence de seuils rocheux constitués tantôt de bancs de grès durs, tantôt de roches vertes ou de microgranites (Michel, 1974).

Les berges de la Falémé sont composées d'un matériau peu cohésif et assez homogène à l'échelle du tronçon à l'étude et présentent une végétation souvent dense, qui permet de jeter de l'ombre sur une partie du cours d'eau. Par contre, à proximité de Fadougou, les berges ont été aménagées à certains endroits ce qui entraîne une diminution du couvert végétal, voire son absence.

KOLIA KABÉ

Ce cours d'eau de sinuosité plus faible ne possède pas l'importance des rivières Balinko et Falémé. D'ailleurs, à proximité de la confluence avec la Falémé (comme ailleurs le long de son tracé), son lit mineur est moins large, soit une vingtaine de mètres en moyenne. La Koïla Kabé est non pérenne et donc ne coule pas de façon continue en période sèche. Lors de la mission effectuée en mai 2015, son écoulement était bloqué par des bancs d'accumulation faits de cailloux, de galets et de blocs. En amont du pont de Boféto, des seuils sableux et végétalisés suffisent également à arrêter l'écoulement. Plus en amont, le lit peut être complètement asséché. La végétation des berges, qui sont par ailleurs faites de matériau très peu cohésif, est abondante et surplombe en partie de cours d'eau.

L'embouchure du Koïla Kabé à Boféto pourrait constituer une zone de fraie (Tropica, 2013).

4.2.2.3.2 Végétation aquatique

La composition et la structure des peuplements de macrophytes aquatiques ont peu varié au cours des deux campagnes d'inventaires. De façon générale, les macrophytes aquatiques sont peu abondants dans la zone d'étude. La vitesse d'écoulement des eaux relativement élevée, la nature du substrat (rocheux) et l'assèchement temporaire des cours d'eau pendant la saison sèche sont des facteurs limitant le développement de la végétation aquatique. La végétation des eaux courantes est d'ailleurs moins riche que celles des eaux dormantes ou non, permanentes ou non (Raynal-Roques, 1980).

Les espèces aquatiques relevées durant les inventaires sont *Rotula aquatica*, *Ludwigia* sp., *Vetiveria nigrata*, *Polygonum senegalense* et *Mimosa pigra*. Les espèces les plus fréquemment observées sont *Mimosa pigra* et *Rotula aquatica*. Ces espèces ont été relevées dans l'ensemble des stations des rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé.

L'indice d'abondance des espèces de macrophytes est très faible durant la période des hautes eaux. Les indices les plus élevés ont été observés pour *Rotula aquatica* et *Mimosa pigra* avec de valeurs inférieures à 25 %. En période de décrue, les taux de recouvrement par ces espèces sont cependant plus élevés dans la Falémé (valeurs maximales de 4 (50 à 75 %) aux stations FALEME-02 et FALEME-03) et le Kolia Kabé (tableau 4.2.6).

Tableau 4.2.6 Abondance de la végétation aquatique inventoriée en juillet 2015 (hautes eaux) et en décembre 2015 (décrue)

a) Campagne du 22 au 26 juillet 2015 (période de hautes eaux)

Espèces	Familles	Sites						
		rivière Balinko			rivière Falémé			Rivière Kolia Kabé
		BALINKO-01	BALINKO-02	BALINKO-03	FALEME-01	FALEME-02	FALEME-03	KOLIKA-01
<i>Mimosa pigra</i>	MIMOSACEAE	1	1	1	1	-	+	1
<i>Rotula aquatica</i>	BORAGINACEAE	+	+	1	1	+	+	+
<i>Polygonum senegalense</i>	POLYGONACEAE	-	+	+	+	-	-	-
<i>Vetiveria nigrata</i>	POACEAE	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ludwigia</i> sp	ONAGRACEAE	-	-	+	+	-	-	+

b) Campagne du 13 au 19 décembre 2015 (période de décrue)

Espèces	Familles	Sites						
		rivière Balinko			rivière Falémé			Rivière Kolia Kabé
		BALINKO-01	BALINKO-02	BALINKO-03	FALEME-01	FALEME-02	FALEME-03	KOLIKA-01
<i>Mimosa pigra</i>	MIMOSACEAE	1	1	1	1	4	+	2
<i>Rotula aquatica</i>	BORAGINACEAE	+	+	1	1	+	4	+
<i>Polygonum senegalense</i>	POLYGONACEAE	-	+	+	+	-	+	-
<i>Vetiveria nigrata</i>	POACEAE	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ludwigia</i> sp	ONAGRACEAE	-	-	+	+	-	-	+

Légende : - : espèce absente, + : recouvrement très faible, 1 : taux recouvrement < 5 %, 2 : recouvrement 5 à 25 % ; 3 : recouvrement 25 à 50 %, 4 : recouvrement 50 à 75 %

MIMOSA PIGRA

Cet arbuste se rencontre aux bords des cours d'eau et dans les zones inondables (photo 4.2.14a). Elle se reproduit par l'intermédiaire de cosses flottantes qui peuvent se propager sur de longues distances dans les eaux de crue. *Mimosa pigra* est très fréquent dans les sites prospectés. Elle figure d'ailleurs sur la liste de l'UICN des 100 espèces parmi les plus envahissantes au monde.

ROTULA AQUATICA

Cette espèce vit dans les lits de fleuves, sur des sols sableux ou rocheux (photo 4.2.14b). Entièrement immergé en période de crue, *Rotula aquatica* fleurit dès que les rameaux supérieurs émergent (Raynal-Roques, 1980). L'espèce n'est pas considérée comme une plante envahissante.



Photo 4.2.14 *Mimosa pigra* (a) et *Rotula aquatica* (b) dans la Falémé

4.2.2.4 Macro-invertébrés benthiques

Les peuplements de macro-invertébrés présents dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé de la zone d'étude sont représentés principalement par des insectes et dans une moindre mesure par des mollusques et des crustacés.

Les insectes présentaient ainsi la plus grande richesse spécifique et la plus forte abondance lors des deux campagnes de relevés réalisées en juillet 2015 lors de la période de hautes eaux et en décembre 2015 en période de décrue (tableaux 4.2.7 et 4.2.8). Au total 35 espèces d'insectes, six (6) espèces de mollusques et deux (2) espèces de crustacés ont été recensées dans la zone d'étude au cours des deux campagnes (tableau 4.2.7).

La composition spécifique des peuplements recensés diffèrent de façon notable entre les deux campagnes. Un total de treize (13) espèces ont été recensées lors de la campagne de juillet 2015 en période de hautes eaux, comparativement à 35 espèces répertoriées en décembre 2016 lors de la décrue des eaux. Par ailleurs, seule une espèce de crustacé, un crabe de rivière (*Potamonautes ecorseii*) et deux espèces d'insectes (*Micronecta* sp. et *Microvelia* sp.) sont communes aux deux campagnes. Le nombre d'individus récoltés était aussi beaucoup plus faible lors de la première campagne (54 individus) que pour la deuxième campagne (257 individus).

Durant les deux campagnes de juillet et décembre 2015 qui se sont déroulées en périodes de crue et de décrue, le régime hydrodynamique des rivières qui prévalaient a fort probablement eu une influence sur composition et l'abondance des communautés d'invertébrés benthiques. Le niveau élevé de l'eau des rivières lors de la campagne de juillet 2015 (crue) a par ailleurs limité l'accès aux zones d'abris (roches, végétation) utilisés par les organismes benthiques et a ainsi pu influencer le succès d'échantillonnage.

Par ailleurs, la richesse des communautés d'invertébrés benthiques recensées était comparable entre les trois rivières durant la 2^e campagne (décembre 2015), avec un total de 15 espèces recensées dans la Falémé, 19 espèces dans le Balinko et 15 espèces dans le Kolia Kabé. Cependant, lors de la première campagne (juillet 2015), cette dernière présentait une richesse beaucoup plus faible avec seulement 2 espèces recensées, tandis qu'un total de 7 et 10 espèces ont été récoltées respectivement dans la Falémé et le Balinko.

L'ensemble des résultats sont présentés dans les annexes 4.2.2ab et 4.2.3ab.

Tableau 4.2.7 Richesse spécifique des communautés d'invertébrés benthiques répertoriées dans la zone d'étude en période de hautes eaux (juillet 2015) et de décrue (décembre 2015)

Groupes	Espèces	Campagne juillet 2015	Campagne décembre 2015
Mollusques	<i>Coelatura aegyptiaca</i>		+
	<i>Melanoides tuberculata</i>		+
	<i>Cleopatra bulimoides</i>		+
	<i>Etheria elliptica</i>	+	
	<i>Aspatharia dahomeyensis</i>	+	
	<i>Chambardia sp</i>	+	
Crustacés	<i>Potamonautes ecorseii</i>	+	+
	<i>Macrobrachium sp</i>		+
Insectes	<i>Tricorythus sp</i>	+	
	<i>Anisops sp</i>	+	
	<i>Gerris sp</i>	+	
	<i>Notonecta sp</i>	+	
	<i>Heminax</i>	+	
	<i>Clivina erythropyga</i>		+
	<i>Pseudochlaeniellus cribricollis</i>		+
	<i>Tachyphanes biplagiatus</i>		+
	<i>Micronecta sp</i>	+	+
	<i>Clypeodytes hieroglyphicus</i>		+
	<i>Canthydrus xanthinus</i>		+
	<i>Peschetius nodieri</i>		+
	<i>Yola sp</i>		+
	<i>Clypeodytes sp.</i>		+
	<i>Hydroglyphus sp</i>		+
	<i>Yola mocquerysi</i>		+
	<i>Naboandelus sp</i>		+
	<i>Limnogonus sp</i>		+
	<i>Hebrus hamdoun</i>		+
	<i>Hydrometra chopardi</i>		+
	<i>Coelostoma sp</i>		+
	<i>Enochrus natalensis</i>		+
	<i>Berosus sp</i>		+
	<i>Helochares sp</i>		+
	<i>Helochares navus</i>		+
	<i>Sternolophus solieri</i>		+
	<i>Paracymus sp</i>		+
	<i>Coelostoma calanum</i>		+
	<i>Mesovelia vittigera</i>		+
	<i>Laccocaris limigenus</i>		+
	<i>Laccotrephes latimanus</i>		+
	<i>Nychia marshalle</i>		+
	<i>Ochterus sp</i>		+
<i>Cryptobium externum</i>		+	
<i>Microvelia sp</i>	+	+	
Nombre total d'espèces :	43	11	35

Tableau 4.2.8 Abondance relative des espèces d'invertébrés benthiques répertoriées dans la zone d'étude en période de hautes eaux (juillet 2015) et de décrue (décembre 2015)

Groupes	Espèces	Campagne juillet 2015		Campagne décembre 2015	
		Nombre d'individus	Abondance relative (%)	Nombre d'individus	Abondance relative (%)
Mollusques	<i>Coelatura aegyptiaca</i>			2	0.8%
	<i>Melanoïdes tuberculata</i>			2	0.8%
	<i>Cleopatra bulimoides</i>			8	3.1%
	<i>Etheria elliptica</i>	+	-		
	<i>Aspatharia dahomeyensis</i>	+	-		
	<i>Chambardia sp</i>	+	-		
	Sous-total	-	-	12	4.7%
Crustacés	<i>Potamonautes ecorseï</i>	1	1.9%	2	0.8%
	<i>Macrobrachium sp</i>			6	2.3%
	Sous-total	1	2%	8	3.1%
Insectes	<i>Tricorythus sp</i>	15	27.8%		
	<i>Anisops sp</i>	5	9.3%		
	<i>Gerris sp</i>	1	1.9%		
	<i>Notonecta sp</i>	4	7.4%		
	<i>Heminax</i>	1	1.9%		
	<i>Clivina erythrogyga</i>			1	0.4%
	<i>Pseudochlaeniellus cribricollis</i>			1	0.4%
	<i>Tachyphanes biplagiatus</i>			9	3.5%
	<i>Micronecta sp</i>	26	48.1%	16	6.2%
	<i>Clypeodytes hieroglyphicus</i>			1	0.4%
	<i>Canthyrus xanthinus</i>			4	1.6%
	<i>Peschetius nodieri</i>			128	49.8%
	<i>Yola sp</i>			6	2.3%
	<i>Clypeodytes sp.</i>			1	0.4%
	<i>Hydroglyphus sp</i>			1	0.4%
	<i>Yola mocquerysi</i>			4	1.6%
	<i>Naboandelus sp</i>			6	2.3%
	<i>Limnogonus sp</i>			4	1.6%
	<i>Hebrus hamdoun</i>			3	1.2%
	<i>Hydrometra chopardi</i>			2	0.8%
	<i>Coelostoma sp</i>			3	1.2%
	<i>Enochrus natalensis</i>			11	4.3%
	<i>Berosus sp</i>			1	0.4%
	<i>Helochares sp</i>			15	5.8%
	<i>Helochares navus</i>			2	0.8%
	<i>Sternolophus solieri</i>			1	0.4%
	<i>Paracymus sp</i>			1	0.4%
	<i>Coelostoma calanum</i>			1	0.4%
	<i>Mesovelia vittigera</i>			2	0.8%
	<i>Laccocaris limigenus</i>			4	1.6%
	<i>Laccotrephes latimanus</i>			1	0.4%
	<i>Nychia marshalle</i>			2	0.8%
	<i>Ochterus sp</i>			1	0.4%
<i>Cryptobium externum</i>			1	0.4%	
<i>Microvelia sp</i>	1	1.9%	4	1.6%	
	Sous-total	53	98%	237	92.2%
	Total	54	100%	257	100%

4.2.2.4.1 Insectes

RICHESSE TAXONOMIQUE ET ABONDANCE

Lors de la première campagne réalisée en juillet 2015, un total de huit (8) espèces d'insectes ont été récoltées dans la zone d'étude. Les espèces les plus représentées dans les échantillons sont *Micronecta* sp. et *Tricorythus* sp. avec une abondance relative de 41 % et 23 %. Ces deux espèces sont aussi les seules qui sont présentes dans les trois rivières inventoriées soit la Falémé, le Balinko et la Kolia Kabé (tableau 4.2.9).

Tableau 4.2.9 Abondance relative des espèces d'insectes récoltées en période de crue (juillet 2015)

Ordres	Familles	Espèces	Rivière Falémé	Rivière Balinko	Rivière Kolia Kabé	Nombre d'individus total	Abondance relative (%)
Odonata	Aeshnidae	<i>Hemianax</i> sp	1			1	2%
Hemiptera	Corixidae	<i>Micronecta</i> sp	17	4	5	26	41%
Hemiptera	Gerridae	<i>Gerris</i> sp		1		1	2%
		sp.1	1	6		7	11%
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp	1	3		4	6%
		<i>Anisops</i> sp		5		5	8%
Ephemeroptera	Trichorythidae	<i>Tricorythus</i> sp	3	2	10	15	23%
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp		1		1	2%
Diptera	n.d.	sp.2	4			4	6%
Total			27	22	15	64	100%

Lors de la deuxième campagne (décembre 2015), la richesse en insectes était près de 4 fois plus élevée avec un total de 30 espèces d'insectes répertoriées, représentées par 14 familles de coléoptères et d'hémiptères (annexe 4.2.2b). La majorité des individus récoltés étaient de formes préimaginales, soit de stades larvaires et nymphaux. La famille des Hydroliphilidae et celle des Distycidae, appartenant aux coléoptères, sont les plus représentées avec respectivement 7 et 8 espèces. L'espèce la plus abondante est le coléoptère *Peschetius nodieri*, un Distycidae, représentant 54 % de l'abondance totale en insectes, avec 128 individus sur un total de 237 (tableau 4.2.10). Seules trois espèces d'insectes sur 30 sont communes aux trois rivières inventoriées : *Helochares* sp., *Micronecta* sp. et *Yola* sp.

Dans l'ensemble, la composition des communautés d'insectes varie considérablement entre les rivières de la zone d'étude. Peu d'espèces sont présentes à la fois dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé, soit seulement 25 % et 10 % du nombre total des espèces répertoriées respectivement en juillet 2015 (crue) et décembre 2015 (décru).

Tableau 4.2.10 Abondance relative des espèces d'insectes récoltées en période de décrue (décembre 2015)

Ordres	Familles	Espèces	Rivière Falémé	Rivière Balinko	Rivière Kolia Kabé	Nombre d'individus total	Abondance relative (%)
Coleoptera	Carabidae	<i>Clivina erythropyga</i>		1		1	0,4%
		<i>Pseudochlaeniellus cribricollis</i>			1	1	0,4%
		<i>Tachyphanes biplagiatus</i>			9	9	3,8%
Hemiptera	Corixidae	<i>Micronecta sp</i>	2	13	1	16	6,8%
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Clypeodytes hieroglyphicus</i>	1			1	0,4%
		<i>Canthydrus xanthinus</i>	1	3		4	1,7%
		<i>Peschetius nodieri</i>	46		82	128	54,0%
		<i>Yola sp</i>	1	1	4	6	2,5%
		<i>Clypeodytes sp.</i>			1	1	0,4%
		<i>Hydroglyphus sp</i>			1	1	0,4%
		<i>Yola mocquerysi</i>				4	4
Hemiptera	Gerridae	<i>Naboandelus sp</i>		6		6	2,5%
		<i>Limnogonus sp</i>		4		4	1,7%
Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus hamdoun</i>	2	1		3	1,3%
Hemiptera	Hydrometridae	<i>Hydrometra chopardi</i>	2			2	0,8%
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Coelostoma sp</i>	1	2		3	1,3%
		<i>Enochrus natalensis</i>	1		10	11	4,6%
		<i>Berosus sp</i>			1	1	0,4%
		<i>Helochaeres sp</i>	3	1	11	15	6,3%
		<i>Helochaeres navus</i>	1	1		2	0,8%
		<i>Sternolophus solieri</i>	1			1	0,4%
		<i>Paracymus sp</i>		1		1	0,4%
		<i>Coelostoma calanum</i>			1	1	0,4%
Hemiptera	Mesoveliidae	<i>Mesovelia vittigera</i>		2		2	0,8%
Hemiptera	Naucoridae	<i>Laccocaris limigenus</i>	1		3	4	1,7%
Hemiptera	Nepidae	<i>Laccotrephes latimanus</i>	1			1	0,4%
Hemiptera	Notonectidae	<i>Nychia marshalle</i>		2		2	0,8%
Hemiptera	Ochteridae	<i>Ochterus sp</i>		1		1	0,4%
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Cryptobium externum</i>		1		1	0,4%
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	2	2		4	1,7%
Total			66	44	127	237	100%

La richesse en insectes est relativement plus faible dans la Kolia Kabé avec un total de 2 et 11 espèces recensées respectivement en crue et en décrue, comparativement aux rivières Falémé (7 et 17 espèces en crue et en décrue) et Balinko (9 et 18 espèces en crue et en décrue) (tableau 4.2.11).

Tableau 4.2.11 Richesse et abondance des communautés d'insectes des rivières échantillonnées en juillet 2015 (crue) et décembre 2015 (décrue) dans la zone d'étude

Rivières	Juillet 2015 - période de crue			Décembre 2015 - période de décrue		
	Richesse (nb d'espèces)	Abondance relative		Richesse (nb d'espèces)	Abondance relative	
		(nb d'individus)	(%)		(nb d'individus)	(%)
Falémé	7	27	42 %	17	66	28 %
Balinko	9	22	34 %	18	44	19 %
Kolia Kabé	2	15	23 %	11	127	54 %
Total	-	64	100 %	-	237	100 %

4.2.2.4.2 Mollusques et Crustacés

RICHESSE TAXONOMIQUE ET ABONDANCE

Un total de six (6) espèces de mollusques et deux (2) espèces de crustacés ont été répertoriées lors des deux campagnes d'inventaires réalisées en juillet et décembre 2015. Seuls quelques 20 individus de mollusques et de crustacés ont été récoltés au total durant les deux campagnes dans les rivières Falémé et Kolia Kabé. Aucun mollusque ou crustacé n'a été récolté dans la rivière Balinko.

Le mollusque gastéropode *Cleopatra bulimoides* et le crustacé *Macrobrachium* sp. sont les espèces les plus représentées dans les échantillons récoltés dans la zone d'étude avec respectivement 8 et 6 individus (tableau 4.2.12) (photo 4.2.15).



Source : conchology.be



Source : ncfishes.com

Photo 4.2.15 Cleopatra bulimoides et Macrobrachium sp.

La communauté d'invertébrés benthiques de la Kolia Kabé présente la plus grande richesse spécifique avec 2 espèces de mollusques (*Coelatura aegyptiaca* et *Melanooides tuberculata*) et les deux (2) espèces de crustacés *Macrobrachium* sp., une crevette de rivière, et *Potamonautes ecorseii*, un crabe de rivière (photo 4.2.16). Ce dernier crustacé a aussi été récolté en juillet 2015 dans la rivière Kolia Kabé.

Tableau 4.2.12 Espèces de mollusques et crustacés récoltés dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des deux campagnes d'inventaires de juillet et décembre 2015

Groupes	Ordres	Familles	Espèces	Rivière Falémé	Rivière Balinko	Rivière Kolia Kabé	Nombre d'individus total	Abondance relative (%)
MOLLUSQUES	Unionoida	Unionidae	<i>Coelatura aegyptiaca</i>			2	2	10%
		Ethridae	<i>Etheria elliptica</i>	+			0	0%
		Mutelidae	<i>Aspatharia dahomeyensis</i>	+			0	0%
			<i>Chambardia sp</i>	+			0	0%
	Caenogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>			2	2	10%
		<i>Cleopatra bulimoides</i>	8			8	40%	
CRUSTACES	Decapoda	Potamidae	<i>Potamonautes ecorseii</i>			2	2	10%
			<i>Macrobrachium sp</i>			6	6	30%
			Total	8	0	12	20	100%

+ : coquilles vides.

Le mollusque *Coelatura aegyptiaca*, un bivalve commun dans les rivières en Afrique de l'Ouest, se rencontre sur des fonds de sable ou de vase entre les cailloux ou les pierres (Daget, 1961).

Melanoides tuberculata est un escargot d'eau douce largement répandu en Afrique et en Asie. Il vit préférentiellement sur des substrats sableux ou vaseux, riches en matières organiques et sur des substrats rocheux et peut se rencontrer tant dans des milieux lotiques que lentiques (Brown, 1994).

Les décapodes, dont fait partie les deux crustacés *Macrobrachium sp.* et *P. ecorseii*, ne peuvent résister à une sécheresse prolongée. Ils ne peuvent ainsi survivre dans les eaux temporaires incluant les mares temporaires sahéliennes n'ayant pas de contact saisonnier ou occasionnel avec un lac ou un cours d'eau permanent (Monod, 1988). A l'intérieur de l'Afrique intertropicale, tous les bassins et tous les types de biotopes d'habitats (fleuves, ruisseaux, lacs etc.) sont susceptibles de renfermer des décapodes. De nombreux crabes habitent les milieux anfractueux (cailloutis, fissures de rochers etc.) ou des terriers. Leur régime alimentaire est dans l'ensemble très varié et inclut des matières végétales ou animales, des cadavres de poissons ou de crustacés, etc.

4.2.2.5 Poissons

Cette section vise à décrire les populations de poissons présentes dans les cours d'eau de l'aire d'étude d'après les résultats des pêches expérimentales réalisées en juillet et décembre 2015.

4.2.2.5.1 Richesse spécifique

Un total de 38 espèces de poissons appartenant à 12 familles ont été inventoriées au cours des deux campagnes de pêches expérimentales effectuées dans la zone d'étude en juillet 2015 (période de crue) et en décembre 2015 (période de décrue) (tableau 4.2.13).

Les familles les plus riches en espèces sont les Mochokidae (9 espèces) correspondant à près de 25 % de l'effectif total des espèces capturées, suivie par les Cichlidae (5 espèces), les Claroteidae (5 espèces), les Cyprinidae (5 espèces), les Alestidae (5 espèces) et les Mormyridae (3 espèces). Les autres familles sont représentées par une ou deux espèces (tableau 4.2.13).



Photo 4.2.16 Le crabe de rivière *Potamonautes ecorsei*

À titre comparatif, dans le cadre d'une étude effectuée en 2011 dans la zone de permis de Boto, un total de 20 espèces appartenant ont été récoltés dans la Falémé et le Koïla Kabé (Tropica, 2013). Les Cichlidae étaient les plus représentés avec 4 espèces, suivis des Alestidae avec 3 espèces.

Le nombre d'espèces de poissons capturés a été plus élevé au cours de la deuxième campagne de pêche avec 30 espèces appartenant à 11 familles, contre 22 espèces réparties dans 10 familles pour la première campagne de juillet 2015. La composition des communautés ichthyennes diffèrent sensiblement entre les deux saisons d'inventaire. Sur les 38 espèces de poissons inventoriées au total pour les deux inventaires, moins de la moitié, soit 14 espèces, sont communes aux deux campagnes (tableau 4.2.13).

En combinant les résultats de pêches obtenus pour les deux saisons, on note que les communautés de poissons sont plus riches dans les rivières Falémé (24 espèces) et Balinko (23 espèces) que dans la Koïla Kabé (13 espèces) (tableau 4.2.14). Les communautés des trois rivières sont de plus relativement diversifiées avec seulement neuf (9) espèces communes sur un total de 38 espèces répertoriées. Finalement, les communautés des rivières Falémé et Balinko sont celles présentant le plus de similarité avec 16 espèces de poissons en commun.

4.2.2.5.2 Fréquence d'occurrence

Sur l'ensemble des espèces de poissons capturées dans les stations des rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé, un total de neuf (9) espèces présentent une fréquence d'occurrence supérieure à 50 % à l'une ou l'autre des campagnes de pêches de juillet et décembre 2015 (figure 4.2.1).

Parmi celles-ci, les espèces de poissons les plus fréquemment capturées sont *Synodontis ocellifer* (Mochokidae) et *Schilbe intermedius* (Schilbeidae). Ces espèces ont été pêchées à toutes les stations en juillet 2015 (*S. ocellifer*) et en décembre 2015 (*S. intermedius*).

Les espèces avec des fréquences d'occurrence de 80 % sont *Chrysichthys maurus* (Claroteidae), *Hemichromis fasciatus* (Cichlidae), *Synodontis schall* (Mochokidae), *Mormyrops anguilloides* (Mormyridae) et *Labeo coubie* (Cyprinidae).

Tableau 4.2.13 Espèces de poissons capturées au cours des deux campagnes de pêches réalisées en juillet et décembre 2015 dans la zone d'étude

Familles	Espèces	Campagne de juillet 2015 (période de crue)	Campagne de décembre 2015 (période de décrue)
ALESTIDAE	<i>Alestes baremoze</i>		x
	<i>Alestes dentex</i>	x	x
	<i>Brycinus nurse</i>	x	x
	<i>Hydrocynus brevis</i>		x
ANABANTIDAE	<i>Ctenopoma petherici</i>	x	
BAGRIDAE	<i>Bagrus bajad</i>	x	x
	<i>Bagrus docmak</i>	x	x
CICHLIDAE	<i>Hemichromis fasciatus</i>	x	x
	<i>Hemichromis bimaculatus</i>	x	
	<i>Sarotherodon galilaeus</i>		x
	<i>Tilapia dageti</i>		x
	<i>Tilapia zillii</i>	x	x
CLAROTEIDAE	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>		x
	<i>Auchenoglanis biscutatus</i>		x
	<i>Clarotes laticeps</i>	x	
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>		x
	<i>Chrysichthys maurus</i>	x	
CYPRINIDAE	<i>Barbus bynni</i>		x
	<i>Labeo coubie</i>	x	x
	<i>Labeo parvus</i>	x	
	<i>Labeo senegalensis</i>		x
	<i>Raiamas senegalensis</i>		x
HEPSETIDAE	<i>Hepsetus odoe</i>		x
LATIDAE	<i>Lates niloticus</i>	x	x
MALAPTERURIDAE	<i>Malapterurus electricus</i>		x
MOCHOKIDAE	<i>Synodontis clarias</i>	x	x
	<i>Synodontis annectens</i>	x	
	<i>Synodontis batensoda</i>	x	
	<i>Synodontis membranaceus</i>		x
	<i>Synodontis nigrita</i>		x
	<i>Synodontis ocellifer</i>	x	x
	<i>Synodontis schall</i>	x	x
	<i>Synodontis sorex</i>	x	
	<i>Synodontis sp.</i>		x
MORMYRIDAE	<i>Mormyrops anguilloides</i>	x	x
	<i>Mormyrops rume</i>		x
	<i>Marcucenius senegalensis</i>	x	x
SCHILBEIDAE	<i>Schilbe intermedius</i>	x	x
nombre total d'espèces :	38	22	30

note : espèces communes aux deux campagnes

Tableau 4.2.14 **Espèces de poissons capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé**

Familles	Espèces	Rivière Falémé	Rivière Balinko	Rivière Kolia Kabé
Alestidae	<i>Alestes baremoze</i>		x	
	<i>Alestes dentex</i>	x	x	x
	<i>Brycinus nurse</i>	x	x	
	<i>Hydrocynus brevis</i>		x	
Anabantidae	<i>Ctenopoma petherici</i>	x		
Bagridae	<i>Bagrus docmak</i>	x		
	<i>Bagrus bajad</i>	x	x	x
Cichlidae	<i>Hemichromis fasciatus</i>	x	x	x
	<i>Sarotherodon galilaeus</i>	x		x
	<i>Tilapia dageti</i>	x		
	<i>Tilapia zillii</i>	x	x	
	<i>Hemichromis bimaculatus</i>		x	
Claroteidae	<i>Auchenoglanis biscutatus</i>		x	
	<i>Auchenoglanis occidentalis</i>			x
	<i>Chrysichthys maurus</i>	x	x	x
	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	x	x	
	<i>Clarotes laticeps</i>	x		
Cyprinidae	<i>Barbus bynni occidentalis</i>	x		
	<i>Labeo coubie</i>	x	x	x
	<i>Labeo parvus</i>	x		
	<i>Labeo senegalensis</i>		x	
	<i>Raiamas senegalensis</i>		x	
Hepsetidae	<i>Hepsetus odoe</i>			x
Latidae	<i>Lates niloticus</i>	x	x	
Malapteruridae	<i>Malapterurus electricus</i>			x
Mochokidae	<i>Synodontis ocellifer</i>	x	x	x
	<i>Synodontis schall</i>	x	x	x
	<i>Synodontis clarias</i>		x	
	<i>Synodontis annectens</i>		x	
	<i>Synodontis batensoda</i>			x
	<i>Synodontis sorex</i>	x		
	<i>Synodontis membranaceus</i>		x	
	<i>Synodontis nigrita</i>	x	x	
<i>Synodontis sp.</i>	x	x		
Mormyridae	<i>Mormyrops anguilloides</i>	x	x	
	<i>Mormyrops rume</i>		x	
	<i>Marcusenius senegalensis</i>	x	x	x
Schilbeidae	<i>Schilbe intermedius</i>	x	x	x
Total		24	26	14

note : espèces communes aux trois rivières

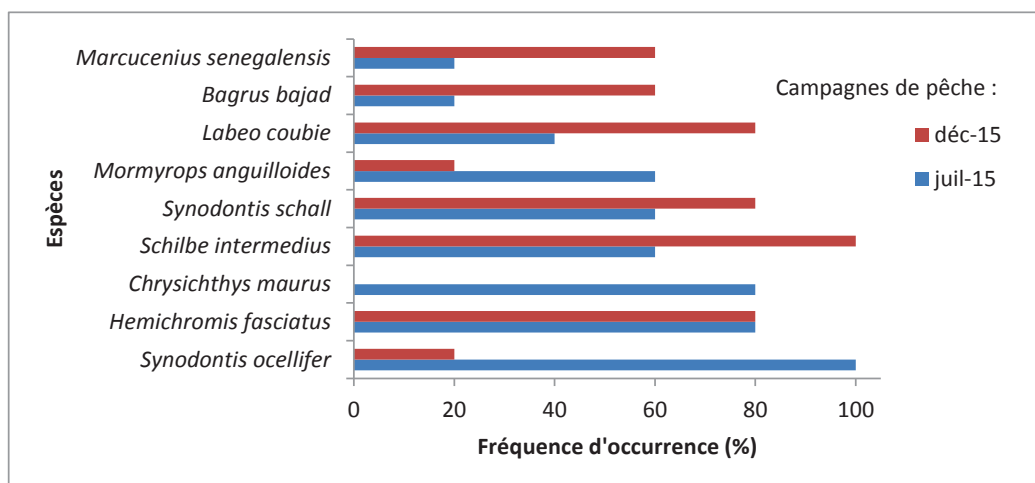


Figure 4.2.1 Fréquence d'occurrence des espèces de poissons capturées en crue (juillet 2015) et en décrue (décembre 2015) dans la zone d'étude

4.2.2.5.3 Rendement de pêche et abondance des espèces

Le nombre total de poissons capturés a été de 88 individus lors des pêches effectués en juillet 2015 (période de crue) et de 197 individus en décembre 2015 (période de décrue). La biomasse totale pêchée a été de 7,56 kg et de 17,27 kg pour les deux pêches respectives (tableau 4.2.15). Dans l'ensemble, le rendement de pêche a été plus faible lors de la période de crue avec 2,2 captures/nuit-filet comparativement à 4,9 captures/nuit-filet lors de la période de décrue.

Selon les résultats obtenus pour les deux campagnes de pêche, le plus grand nombre (113 individus) et la plus grande quantité (10,5 kg) de poissons ont été récoltés dans la rivière Balinko (tableau 4.2.16). Cependant, en tenant compte de l'effort de pêche, les rendements de pêche (CPUE et BPUE) sont comparables entre les trois rivières.

Tableau 4.2.15 Rendement de pêche lors des deux inventaires réalisés lors de la période de crue (juillet 2015) et décrue (décembre 2015)

Période de l'année	Effort de pêche (nuits.filets) (1)	Nombre total de poissons capturés	Biomasse totale (g)	Rendement de pêche	
				CPUE (capture/nuit-filet)	BPUE (g/nuit-filet)
Crue (Juillet 2015)	40	88	7 560,1	2,2	189,0
Décrue (Décembre 2015)	40	197	17 271,4	4,9	431,8
Total	80	285	24 831,5	3,6	310,4

L'abondance relative des différentes espèces de poisson capturées a été estimée selon les deux périodes d'échantillonnage (crue et décrue; tableau 4.2.17) et les trois rivières (tableau 4.2.18).

Lors de la période de crue, les espèces les plus abondantes (abondance relative supérieure à 5 %) étaient *Chrysichthys maurus* (15,9 %), *Synodontis schall* (13,6 %), *S. ocellifer* (9,1 %), *Hemichromis fasciatus* (8 %), *Schilbe intermedius* (6,8 %), *Alestes dentex* (5,7 %) et *Labeo coubie* (5,7 %).

Tableau 4.2.16 Rendement de pêche pour les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires de juillet et décembre 2015

Rivières	Effort de pêche (nuits.filets)	Nombre total de poissons capturés	biomasse totale (g)	Rendement de pêche	
				CPUE (capture/ nuit-filet)	BPUE (g/nuit.filet)
Falémé	32	108	8 270,1	3,4	258,4
Balinko	32	113	10 535,9	3,5	329,2
Kolia Kabé	16	64	6 025,5	4,0	376,6
Total	80	285	24 831,5	3,6	310,4

En période de décrue (décembre 2015), les populations de poissons étaient dominées principalement par deux espèces soient *Schilbe intermedius* (56,9 %) et *Synodontis schall* (8,6 %).

Les espèces les plus représentées dans les captures pour l'ensemble des trois rivières en termes d'abondance sont *Schilbe intermedius* et *Synodontis schall* (tableau 4.2.17).

4.2.2.6 Description des principales espèces de poissons

Cette section présente une brève description des espèces de poissons qui ont été les plus abondantes ou les plus fréquentes dans les pêches effectuées lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015.

4.2.2.6.1 *Schilbe intermedius* (Schilbeidae)

L'espèce *S. intermedius* est répandue en Afrique incluant en Afrique de l'Ouest et connue notamment des bassins du Sénégal, de la Gambie, de la Casamance, du Corubal et du Geba (Paugy *et al.*, 2004). La coloration chez les individus vivants est particulière : la tête et le dos sont bruns foncés avec deux bandes brunâtres ou noirâtres sur les flancs (photo 4.2.16). Ce poisson possède 41-66 rayons branchus à la nageoire anale et la taille maximale (LS) observée est de 500 mm (De Vos, 2003).

4.2.2.6.2 *Synodontis schall* (Mochokidae)

Aussi appelé Silure, cette espèce pratiquement connue de tous les bassins d'Afrique occidentale sauf des bassins côtiers de Guinée, de Sierra Leone et du Libéria (Paugy *et al.*, 2004).

Ce poisson de fond (benthique) est omnivore et se nourrit ainsi principalement d'invertébrés benthiques tel que d'insectes aquatiques (Paugy et Lévesque, 2006). Sa longueur totale maximale rapportée est de 490 mm. L'espèce a des barbillons mandibulaires plus longs que la tête sans ramifications ni tubercules et sa teinte générale varie du jaune-verdâtre au brun clair (photo 4.2.16).

4.2.2.6.3 *Synodontis nigrita* (Mochokidae)

L'espèce est connue en Afrique de l'Ouest, notamment des bassins du Tchad, du Niger, de la Volta, du Sénégal, de la Gambie, du Géba et de la Casamance. Elle a été également signalée du lac Nokoué au sud du Bénin (Paugy *et al.*, 2004).

Les spécimens sont de teinte générale brunâtre, plus claire sur le ventre tandis que sur d'autres spécimens, le corps et la tête sont effectivement tachetés. La taille maximale est de 220 mm (LT).

Tableau 4.2.17 Abondance relative et rendement de pêche des espèces de poissons capturées en période de crue (juillet 2015) et de décrue (novembre 2015)

Espèces	Abondance totale				Période de crue (juillet 2015)				Période de décrue (novembre 2015)			
	Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	biomasse		Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	biomasse		Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	biomasse	
			(g)	(%)			(g)	(%)			(g)	(%)
<i>Alestes baremoze</i>	3	1%	256,7	1%	0	0%	0	0%	3	1,5%	256,7	1,5%
<i>Alestes dentex</i>	6	2%	521,0	2%	5	5,7%	426,0	5,6%	1	0,5%	95,0	0,6%
<i>Auchenoglanis biscutatus</i>	1	0%	886,4	4%	0	0%	0	0%	1	0,5%	886,4	5,1%
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	1	0%	125,4	1%	0	0%	0	0%	1	0,5%	125,4	0,7%
<i>Bagrus bajad</i>	6	2%	2 843,2	11%	1	1,1%	669,0	8,8%	5	2,5%	2 174,2	12,6%
<i>Bagrus docmak</i>	3	1%	134,9	1%	2	2,3%	93,8	1,2%	1	0,5%	41,1	0,2%
<i>Barbus bynni occidentalis</i>	1	0%	319,9	1%	0	0%	0	0,0%	1	0,5%	319,9	1,9%
<i>Brycinus nurse</i>	6	2%	328,2	1%	4	4,5%	212,3	2,8%	2	1,0%	115,9	0,7%
<i>Chrysichthys maurus</i>	14	4,9%	624,5	3%	14	15,9%	624,5	8,3%	0	0%	0	0%
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	5	2%	180,0	1%	0	0,0%	0	0,0%	5	2,5%	180,0	1,0%
<i>Clarotes laticeps</i>	1	0%	320,3	1%	1	1,1%	320,3	4,2%	0	0%	0	0%
<i>Ctenopoma petherici</i>	1	0%	32,7	0%	1	1,1%	32,7	0,4%	0	0%	0	0%
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	1	0%	16,1	0%	1	1,1%	16,1	0,2%	0	0%	0	0%
<i>Hemichromis fasciatus</i>	13	4,6%	565,8	2%	7	8,0%	217,1	2,9%	6	3%	348,7	2,0%
<i>Hepsteus odoe</i>	1	0%	204,4	1%	0	0%	0	0%	1	0,5%	204,4	1,2%
<i>Hydrocynus brevis</i>	4	1%	789,9	3%	0	0%	0	0%	4	2,0%	789,9	4,6%
<i>Labeo coubie</i>	10	4%	2 676,1	11%	5	5,7%	1 294,0	17,1%	5	2,5%	1 382,1	8,0%
<i>Labeo pargus</i>	1	0%	16,2	0%	1	1,1%	16,2	0,2%	0	0%	0,0	0%
<i>Labeo senegalensis</i>	1	0%	243,3	1%	0	0%	0	0%	1	0,5%	243,3	1,4%
<i>Lates niloticus</i>	4	1%	634,8	3%	1	1,1%	6,7	0,1%	3	1,5%	628,1	3,6%
<i>Malapterurus electricus</i>	1	0%	549,5	2%	0	0,0%	0	0%	1	0,5%	549,5	3,2%
<i>Marcucenius senegalensis</i>	6	2%	269,3	1%	3	3,4%	130,8	1,7%	3	1,5%	138,5	0,8%
<i>Mormyrops anguilloides</i>	5	2%	1 070,1	4%	4	4,5%	975,9	12,9%	1	0,5%	94,2	0,5%
<i>Mormyrops rume</i>	1	0%	48,7	0%	0	0%	0	0%	1	0,5%	48,7	0,3%
<i>Raiamas senegalensis</i>	1	0%	30,9	0%	0	0%	0	0%	1	0,5%	30,9	0,2%
<i>Saretherodon galilaeus</i>	2	1%	51,6	0%	0	0%	0	0%	2	1,0%	51,6	0,3%
<i>Schilbe intermedius</i>	118	41%	5 043,7	20%	6	6,8%	186,2	2,5%	112	56,9%	4 857,5	28,1%
<i>Synodonthis annectens</i>	2	1%	210,9	1%	2	2,3%	210,9	2,8%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis batensoda</i>	2	1%	306,1	1%	2	2,3%	306,1	4,0%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis clarias</i>	4	1%	242,4	1%	3	3,4%	191,7	2,5%	1	0,5%	50,7	0,3%
<i>Synodonthis membranaceus</i>	3	1%	354,4	1%	0	0%	0	0%	3	1,5%	354,4	2,1%
<i>Synodonthis nigrita</i>	7	2%	553,6	2%	0	0%	0	0%	7	3,6%	553,6	3,2%
<i>Synodonthis ocellifer</i>	10	4%	430,5	2%	8	9,1%	307,1	4,1%	2	1,0%	123,4	0,7%
<i>Synodonthis schall</i>	29	10%	3 207,2	13%	12	13,6%	1 138,9	15,1%	17	8,6%	2 068,3	12,0%
<i>Synodonthis sorex</i>	1	0%	89,3	0%	1	1,1%	89,3	1,2%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis sp</i>	2	1%	194,2	1%	0	0%	0	0%	2	1%	194,2	1,1%
<i>Tilapia dageti</i>	2	1%	189,4	1%	0	0%	0	0%	2	1%	189,4	1,1%
<i>Tilapia zillii</i>	6	2%	269,9	1%	4	4,5%	94,5	1,2%	2	1%	175,4	1%
Total	285	100%	24 831,5	100%	88	100%	7 560,1	100%	197	100%	17 271,4	100%

note : : abondance relative supérieure à 5%

Tableau 4.2.18 Abondance et biomasse relatives des espèces de poissons capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015

Espèces	Falémé				Balinko				Kolia Kabé			
	Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	Biomasse		Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	Biomasse		Nombre de poissons capturés	Abondance relative (%)	Biomasse	
			(g)	(%)			(g)	(%)			(g)	(%)
<i>Alestes baremoze</i>	0	0%	0	0%	3	3%	256,7	2%	0	0%	0	0%
<i>Alestes dentex</i>	1	1%	50,8	1%	4	4%	375,2	4%	1	2%	95,0	2%
<i>Auchenoglanis biscutatus</i>	0	0%	0	0%	1	1%	886,4	8%	0	0%	0	0%
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	125,4	2%
<i>Bagrus bajad</i>	2	2%	862,0	10%	1	1%	120,2	1%	3	5%	1 861,0	31%
<i>Bagrus docmak</i>	3	3%	134,9	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Barbus bynni occidentalis</i>	1	1%	319,9	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Brycinus nurse</i>	3	3%	176,9	2%	3	3%	151,3	1%	0	0%	0	0%
<i>Chrysichthys maurus</i>	5	5%	225,3	3%	7	6%	329,8	3%	2	3%	69,4	1%
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	2	2%	50,4	1%	3	3%	129,6	1%	0	0%	0	0%
<i>Clarotes laticeps</i>	1	1%	320,3	4%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Ctenopoma petherici</i>	1	1%	32,7	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	0	0%	0	0%	1	1%	16,1	0%	0	0%	0	0%
<i>Hemichromis faciatius</i>	3	3%	117,7	1%	9	8%	402,7	4%	1	2%	45,4	1%
<i>Hepsteus odoe</i>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	204,4	3%
<i>Hydrocynus brevis</i>	0	0%	0	0%	4	4%	789,9	7%	0	0%	0	0%
<i>Labeo coubie</i>	5	5%	1 222,4	15%	4	4%	1 277,4	12%	1	2%	176,3	3%
<i>Labeo pargus</i>	1	1%	16,2	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Labeo senegalensis</i>	1	1%	243,3	3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Lates niloticus</i>	2	2%	196,4	2%	2	2%	438,4	4%	0	0%	0	0%
<i>Malapterurus electricus</i>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	2%	549,5	9%
<i>Marcucenius senegalensis</i>	3	3%	130,8	2%	2	2%	79,9	1%	1	2%	58,6	1%
<i>Mormyrops anguilloides</i>	2	2%	273,7	3%	3	3%	796,4	8%	0	0%	0	0%
<i>Mormyrops rume</i>	0	0%	0	0%	1	1%	48,7	0%	0	0%	0	0%
<i>Raiamas senegalensis</i>	0	0%	0	0%	1	1%	30,9	0%	0	0%	0	0%
<i>Saretherodon galilaeus</i>	1	1%	22,6	0%	0	0%	0	0%	1	2%	29,0	0%
<i>Schilbe intermedius</i>	47	44%	2 037,0	25%	33	29%	1 434,9	14%	38	59%	1 571,8	26%
<i>Synodonthis annectens</i>	0	0%	0	0%	2	2%	210,9	2%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis batensoda</i>	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	3%	306,1	5%
<i>Synodonthis clarias</i>	0	0%	0	0%	4	4%	242,4	2%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis membranaceus</i>	0	0%	0	0%	3	3%	354,4	3%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis nigrita</i>	1	1%	43,6	1%	6	5%	510,0	5%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis occellifer</i>	3	3%	85,2	1%	2	2%	68,2	1%	5	8%	277,1	5%
<i>Synodonthis schall</i>	13	12%	1 274,2	15%	10	9%	1 276,5	12%	6	9%	656,5	11%
<i>Synodonthis sorex</i>	1	1%	89,3	1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Synodonthis sp</i>	1	1%	79,4	1%	1	1%	114,8	1%	0	0%	0	0%
<i>Tilapia dageti</i>	2	2%	189,4	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<i>Tilapia zillii</i>	3	3%	75,7	1%	3	3%	194,2	2%	0	0%	0,0	0%
Total	108	100%	8 270,1	100%	113	100%	10 535,9	100%	64	100%	6 025,5	100%

note : : abondance relative supérieure à 5%

4.2.2.6.4 *Bagrus bajad* (Bagridae)

Aussi appelée Bayad, cette espèce est connue des bassins du Tchad, du Niger, de la Volta, du Sénégal et de l'Ouémé (Paugy *et al.*, 2004). Poisson vivant principalement sur le fond de l'eau et se nourrissant de poissons et aussi d'invertébrés. Cette espèce a un corps assez allongé et sa coloration est jaune-verdâtre ou noirâtre avec le ventre blanc. Les premiers rayons branchus de la dorsale sont prolongés par de courts filaments. La taille maximale observée est de 575 mm (LS).

4.2.2.6.5 *Labeo coubie* (Cyprinidae)

Ce cyprinidé montre une vaste répartition en Afrique et est connue du Sénégal à la Volta (Paugy *et al.*, 2004). L'espèce a une bouche infère, avec un petit barbillon postérieur à l'angle de la bouche. La teinte générale foncée, gris bleuâtre à noir violacé sur le dos et les flancs (photo 4.2.16). La taille maximale rapportée est de 750 mm (LS).

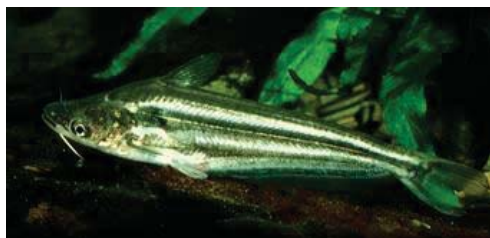
4.2.2.6.6 *Hemichromis fasciatus* (Cichlidae)

Cette espèce de poisson connaît aussi une vaste répartition en Afrique de l'Ouest et est présente dans la plupart des bassins hydrographiques (Lévesque *et al.*, 1992). Elle est par ailleurs répertoriée dans les biotopes forestiers et les savanes (Daget et Teugels, 1991). Il s'agit de piscivores se nourrissant en partie d'insectes aquatiques (Paugy, 1994 dans Paugy et Lévesque, 2006).

La coloration de ce poisson est rouge cuivré à olivâtre jusqu'au brun foncé sur le dos. Quatre à cinq grandes tâches noires existent le long de la ligne médiane des flancs. La longueur maximale rapportée est de 204 mm (LS) (Teugels et Thys van den Audenaerde, 2003).

4.2.2.6.7 *Chrysichthys maurus* (Clarotédidae)

Le *Chrysichthys maurus* est un poisson insectivore commun des rivières côtières en Afrique de l'Ouest (Paugy et Lévesque, 2006) (photo 4.2.17). La taille maximale répertoriée de ce poisson est de 510 mm (SL) (Risch, 2003).



Schilbe intermedius



Synodontis schall



Hemichromis fasciatus



Chrysichthys maurus



Bagrus bajad



Labeo coubie

Source : Froese et Pauly, 2016

Photo 4.2.17 Principales espèces de poisson capturées dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015

4.2.2.6.8 Caractéristiques biologiques

La longueur totale (mm) et la masse (g) ont été mesurées sur l'ensemble des poissons capturés lors des deux inventaires réalisés en juillet et décembre 2015 (tableaux 4.2.19 et 4.2.20). Ces mesures permettent d'établir les caractéristiques physiques des populations de poissons vivant dans les rivières de la zone d'étude.

La longueur totale des poissons pêchés lors des inventaires variaient entre 79 et 632 mm (longueur moyenne de 195,9 mm) tandis que leurs poids se situaient entre 5,6 g et 1,34 kg, pour un poids moyen de 134,6 g.

Les espèces représentées par les plus gros spécimens ont été pêchées dans la rivière Balinko (*Auchenoglanis biscutatus*, *Hydrocynus brevis*, *Labeo coubie* et *Mormyrops anguilloides*) et Kolia Kabé (*Bagrus bajad* et *Malapterurus electricus*). Le poisson le plus lourd (*Bagrus bajad*) pesait 1,34 kg et mesurait 632 mm.

Les structures de taille des 6 espèces les plus abondantes capturées lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015 sont illustrées aux figures 4.2.2 et 4.2.3. Il s'agit des espèces *Alestes dentex*, *Chrysichthys maurus*, *C. nigrodigitatus*, *Hemichromis fasciatus*, *Labeo coubie*, *Schilbe intermedius*, *Synodontis schall*, *S. ocellifer* et *S. nigrita*. Chez ces espèces, les classes de tailles les plus représentées sont comprises généralement entre 10 et 30 mm. On note par ailleurs une faible représentation d'un large éventail de classes de tailles.

4.2.2.7 Espèces à statut particulier

L'ensemble des espèces de poissons répertoriées lors des inventaires réalisées en juillet et décembre 2015 est sur la liste rouge de l'UICN (2016) classées sous le statut de préoccupation mineure. Aucune espèce n'est rapportée comme menacée, soit en danger critique d'extinction, en danger, vulnérable ou quasi menacée.

Tableau 4.2.19 Statistiques descriptives de la longueur totale des espèces de poissons capturées dans la zone d'étude

ESPÈCES	Nombre total d'individus	Longueur totale (mm)			
		Min	Moyenne	Max	Écart-type
<i>Alestes baremoze</i>	3	230	249,3	273	21,8
<i>Alestes dentex</i>	6	207	245,5	265	23,3
<i>Auchenoglanis biscutatus</i>	1	410	410,0	410	-
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	1	225	225,0	225	-
<i>Bagrus bajad</i>	6	251	389,3	632	140,9
<i>Bagrus docmak</i>	3	188	201,0	220	16,8
<i>Barbus bynni occidentalis</i>	1	307	307,0	307	-
<i>Brycinus nurse</i>	6	159	183,7	200	14,8
<i>Chrysichthys maurus</i>	14	106	161,2	212	29,1
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	5	123	154,2	170	18,1
<i>Clarotes laticeps</i>	1	325	325,0	325	-
<i>Ctenopoma petherici</i>	1	116	116,0	116	-
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	1	95	95,0	95	-
<i>Hemichromis faciatus</i>	13	93	138,6	193	22,7
<i>Hepsteus odoe</i>	1	300	300,0	300	-
<i>Hydrocynus brevis</i>	4	310	324,5	363	25,8
<i>Labeo coubie</i>	10	160	276,2	467	96,9
<i>Labeo pargus</i>	1	120	120,0	120	-
<i>Labeo senegalensis</i>	1	290	290,0	290	-
<i>Lates niloticus</i>	4	79	210,0	266	87,8
<i>Malapterurus electricus</i>	1	322	322,0	322	-
<i>Marcucenius senegalensis</i>	6	160	179,8	211	19,3
<i>Mormyrops anguilloides</i>	5	257	338,2	480	91,0
<i>Mormyrops rume</i>	1	203	203,0	203	-
<i>Raiamas senegalensis</i>	1	170	170,0	170	-
<i>Saretherodon galilaeus</i>	2	109	109,5	110	0,7
<i>Schilbe intermedius</i>	118	94	169,7	223	20,1
<i>Synodonthis annectens</i>	2	220	240,5	261	29,0
<i>Synodonthis batensoda</i>	2	146	231,0	316	120,2
<i>Synodonthis clarias</i>	4	135	186,8	223	39,4
<i>Synodonthis membranaceus</i>	3	206	231,0	275	38,2
<i>Synodonthis nigrita</i>	7	165	200,3	246	30,9
<i>Synodonthis ocellifer</i>	10	132	169,4	210	29,2
<i>Synodonthis schall</i>	29	156	228,4	305	33,5
<i>Synodonthis sorex</i>	1	220	220,0	220	-
<i>Synodonthis sp</i>	2	250	256,5	263	9,2
<i>Tilapia dageti</i>	2	183	196,5	210	19,1
<i>Tilapia zillii</i>	6	105	121,2	190	33,9
Total	285	79	195,9	632	66,6

Tableau 4.2.20 Statistiques descriptives de la masse (g) des espèces de poissons capturées dans la zone d'étude

ESPÈCES	Nombre total d'individus	Masse (g)			
		Min	Moyenne	Max	Écart-type
<i>Alestes baremoze</i>	3	60,2	85,6	118	29,8
<i>Alestes dentex</i>	6	50,8	86,8	114	24,3
<i>Auchenoglanis biscutatus</i>	1	886,4	886,4	886	-
<i>Auchenoglanis occidentalis</i>	1	125,4	125,4	125	-
<i>Bagrus bajad</i>	6	70	473,9	1340	480,8
<i>Bagrus docmak</i>	3	31	45,0	63	16,2
<i>Barbus bynni occidentalis</i>	1	319,9	319,9	320	-
<i>Brycinus nurse</i>	6	35,4	54,7	65	11,3
<i>Chrysichthys maurus</i>	14	10,7	44,6	100	22,2
<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>	5	15,2	36,0	46	12,3
<i>Clarotes laticeps</i>	1	320,3	320,3	320	-
<i>Ctenopoma petherici</i>	1	32,7	32,7	33	-
<i>Hemichromis bimaculatus</i>	1	16,1	16,1	16	-
<i>Hemichromis faciatus</i>	13	11,4	43,5	131	28,3
<i>Hepsteus odoe</i>	1	204,4	204,4	204	-
<i>Hydrocynus brevis</i>	4	162,5	197,5	270	48,9
<i>Labeo coubie</i>	10	44,7	267,6	960	305,2
<i>Labeo pargus</i>	1	16,2	16,2	16	-
<i>Labeo senegalensis</i>	1	243,3	243,3	243	-
<i>Lates niloticus</i>	4	6,7	158,7	242	104,0
<i>Malapterurus electricus</i>	1	549,5	549,5	550	-
<i>Marcucenius senegalensis</i>	6	34,8	44,9	59	10,9
<i>Mormyrops anguilloides</i>	5	71,7	214,0	520	179,9
<i>Mormyrops rume</i>	1	48,7	48,7	49	-
<i>Raiamas senegalensis</i>	1	30,9	30,9	31	-
<i>Saretherodon galilaeus</i>	2	22,6	25,8	29	4,5
<i>Schilbe intermedius</i>	118	5,6	42,7	94	13,8
<i>Synodonthis annectens</i>	2	81,7	105,5	129	33,6
<i>Synodonthis batensoda</i>	2	26	153,1	280	179,7
<i>Synodonthis clarias</i>	4	33,7	60,6	106	31,2
<i>Synodonthis membranaceus</i>	3	82,4	118,1	188	60,3
<i>Synodonthis nigrita</i>	7	42,2	79,1	130	37,2
<i>Synodonthis occellifer</i>	10	17,9	43,1	69	19,2
<i>Synodonthis schall</i>	29	29	110,6	256	56,4
<i>Synodonthis sorex</i>	1	89,3	89,3	89	-
<i>Synodonthis sp</i>	2	79,4	97,1	115	25,0
<i>Tilapia dageti</i>	2	84	94,7	105	15,1
<i>Tilapia zillii</i>	6	18,8	45,0	152	52,3
Total	285	5,6	87,1	1340	134,6

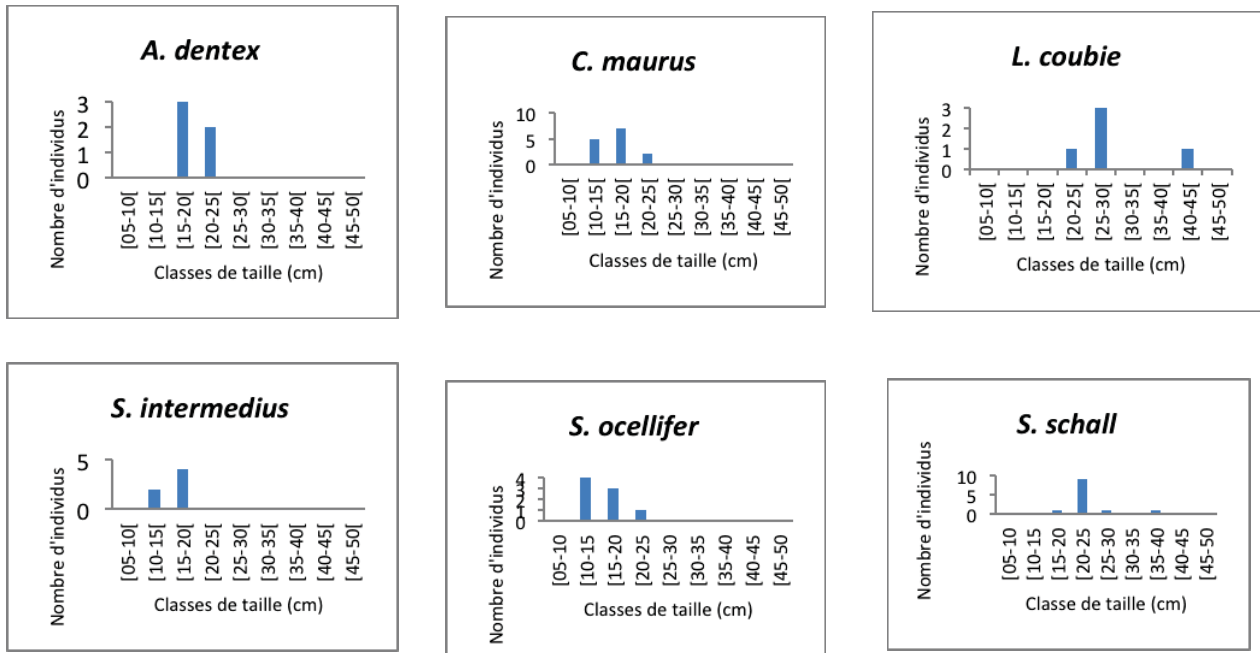


Figure 4.2.2 Structure de taille des espèces les plus abondantes dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors de l'inventaire réalisé en juillet 2015 (période de crue)

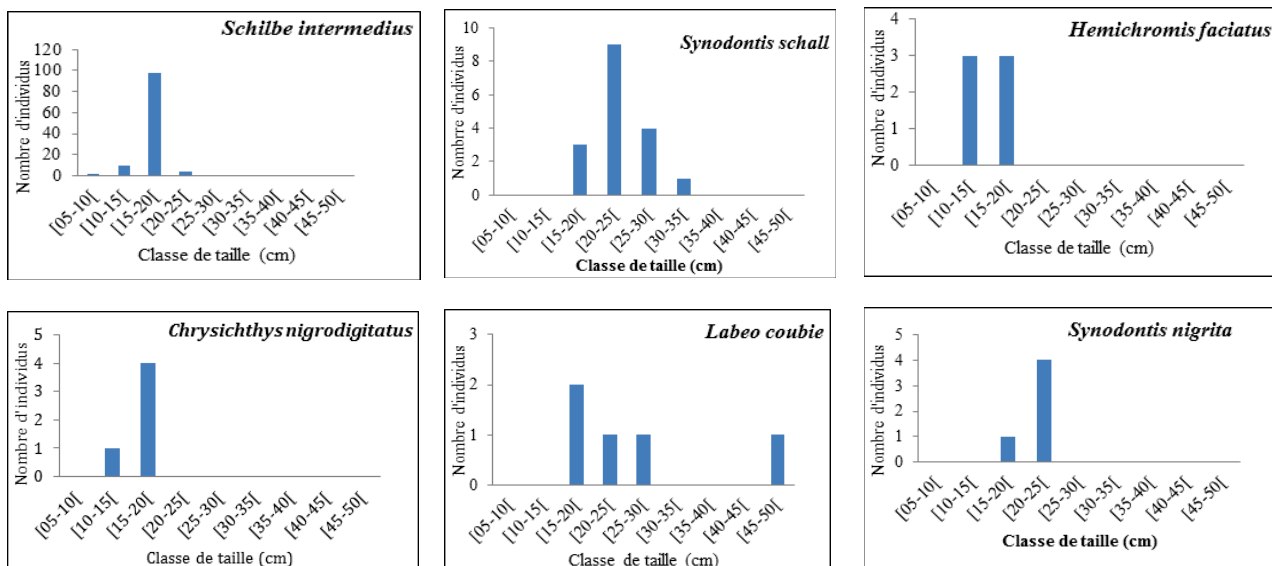


Figure 4.2.3 Structure de taille des espèces de poissons les plus abondantes dans les rivières Falémé, Balinko et Kolia Kabé lors de l'inventaire réalisé en décembre 2015 (période de décrue)

4.2.3 Faune terrestre

4.2.3.1 Reptiles et amphibiens

4.2.3.1.1 Généralités

Le Sénégal abriterait 127 espèces de reptiles, dont trois espèces d'amphisbènes (squamates sans pattes mais différents des serpents), cinq espèces de crocodiles, 36 espèces de lézards, 71 espèces de serpents et douze espèces de tortues, incluant les tortues marines (Uetz et Hošek, 2016; annexe 4.2.4). Selon la Liste Rouge de l'UICN (2018), les reptiles du Sénégal comptent une espèce en danger critique d'extinction, une espèce en danger, cinq espèces vulnérables et une espèce quasi-menacée (tableau 4.2.21). En fonction de

l'aire de répartition de ces espèces, une seule est potentiellement présente dans la zone d'étude du projet Boto, soit la tortue molle du Sénégal (*Cyclanorbis senegalensis*).

En plus des espèces de la Liste Rouge de l'UICN (2018), certaines espèces de reptiles sont protégées en vertu de l'article D.36 (Animaux intégralement protégés) et de l'article D.37 (Animaux partiellement protégés) du Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire). Les reptiles « intégralement protégés » incluent toutes les tortues terrestres (Testudinidés), marines (Cheloniidés et Dermochelyidés) et des marais (Emydidés), ainsi que trois espèces de crocodiles, soit le crocodile au long museau (*Mecistops cataphractus*, aussi appelé faux gavial d'Afrique), le Crocodile nain Africain (*Osteolaemus tetraspis*, aussi appelé crocodile à museau court) et le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*). Ces espèces font l'objet d'une protection absolue sur toute l'étendue du territoire; leur chasse et leur capture, y compris celle des jeunes et le ramassage des œufs, sont formellement interdits (sauf aux porteurs de permis scientifiques). Les reptiles « partiellement protégés » comprennent les pythons royal (*Python regius*) et de Seba (*Python sebae*) et les varans du Nil (*Varanus niloticus*) et des savanes africaines (*Varanus exanthematicus*). Sur toute l'étendue du territoire sénégalais, leur chasse ou leur capture, y compris celle des jeunes, n'est autorisée qu'aux porteurs de permis de chasse, de chasse au gibier d'eau, de capture commerciale ou scientifique, et ce que dans les limites fixées au règlement. Le ramassage des œufs n'est permis qu'aux porteurs de permis scientifique.

En ce qui a trait aux amphibiens, le Sénégal en compterait 40 espèces appartenant toutes à l'ordre des anoures (grenouilles; AmphibiaWeb, 2018; annexe 4.2.5). Une de ces espèces, la *Ptychadena superciliaris* est considérée comme quasi-menacé par l'UICN (2018). Or, selon l'aire de répartition considérée par l'UICN (2018) pour cette espèce, celle-ci ne se retrouverait pas au Sénégal. Le pays le plus près où elle serait présente est le sud de la Guinée. Cette discordance entre ces deux sources d'informations peut s'expliquer par le fait que les amphibiens et les reptiles (herpétofaune) sont des groupes trop souvent peu étudiés comparativement aux oiseaux et aux mammifères. Ainsi, pour plusieurs espèces de l'herpétofaune, les connaissances sur leur répartition et leur biologie sont fragmentaires. Il est donc considéré ici que la *Ptychadena superciliaris* ne fréquente pas la zone d'étude du projet Boto.

4.2.3.1.2 Amphibiens et reptiles de la zone d'étude du projet Boto

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Dans le cadre du projet Boto, des inventaires fauniques ont été réalisés par le groupe Synergie Environnement à l'aide de la méthode de transects linéaires (ou « *line transects* » en anglais; Sutherland *et al.*, 2004). Lors de ces inventaires, tous les taxons de la faune terrestres étaient visés, soit les oiseaux, les mammifères, les reptiles et les amphibiens. Deux inventaires ont été réalisés, soit du 20 au 28 juillet et du 22 au 29 novembre 2015. La carte 4.2.5 présente les transects qui ont été parcourus lors des inventaires.

Les transects linéaires ont été parcourus soit en voiture, à une vitesse de 20km/h, soit à pieds aux endroits inaccessibles aux véhicules. Le véhicule ne s'arrêtait que lorsqu'un animal étaient entendu ou observé et les arrêts n'étaient donc pas à intervalles réguliers. Pendant les inventaires, une attention particulière était portée aux sons (chants ou cris) provenant de la nature afin de déceler la présence des animaux à être identifiés et comptés.

Tableau 4.2.21 Espèces de reptiles menacées au Sénégal selon la Liste Rouge de l’UICN (2018)

Ordre	Nom français	Nom latin	Présence potentielle de l’espèce dans la zone d’étude selon son aire de répartition
En danger critique d'extinction			
CROCODYLIA	Crocodile au long museau	<i>Mecistops cataphractus</i>	non, espèce possiblement éteinte au Sénégal
En danger			
TESTUDINES	Tortue verte	<i>Chelonia mydas</i>	non, espèce marine
Vulnérable			
CROCODYLIA	Crocodile nain Africain	<i>Osteolaemus tetraspis</i>	non
TESTUDINES	Tortue caouanne	<i>Caretta caretta</i>	non, espèce marine
	Tortue olivâtre	<i>Lepidochelys olivacea</i>	non, espèce marine
	Tortue luth	<i>Dermodochelys coriacea</i>	non, espèce marine
	Tortue sillonnée	<i>Centrochelys sulcata</i>	aire de répartition précise inconnue
	Tortue molle du Sénégal	<i>Cyclanorbis senegalensis</i>	oui
Quasi-menacée			
SQUAMATA	–	<i>Chalcides armitagei</i>	non

Source: UICN (Union internationale pour la conservation de la nature). 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-3. En ligne: [www.iucnredlist.org]. Page consultée le 27 janvier 2018

Les heures de début et de fin des divers transects linéaires ont été notées, de même que les coordonnées géographiques des sites où les animaux ont été observés. La durée totale de recherche cumulée pour les inventaires de la faune terrestre et de l’avifaune est de 1 369 minutes.

RÉSULTATS

Les inventaires réalisés en juillet et novembre 2015 ont permis d’identifier quatre espèces de reptiles pour un total de treize individus, soit deux couleuvres (*Psammophis sp.*), deux scinques à flancs roux (*Trachylepis (Mabuya) perrotetii*), une tortue sillonnée (*Centrochelys (Geochelone) sulcata*) et huit varans du Nil (*Varanus niloticus*; tableau 4.2.22). Aucune espèce d’amphibien n’a été observée.

La tortue sillonnée est une espèce classée comme vulnérable sur la Liste Rouge de l’UICN (2018). Il s’agit de la plus grande espèce de tortue terrestre d’Afrique continentale (Uetz et Hošek, 2016). Un seul individu de l’espèce a été repéré lors des inventaires de juillet 2015, et ce, dans le secteur de Boféto.

4.2.3.2 Oiseaux

4.2.3.2.1 Généralités

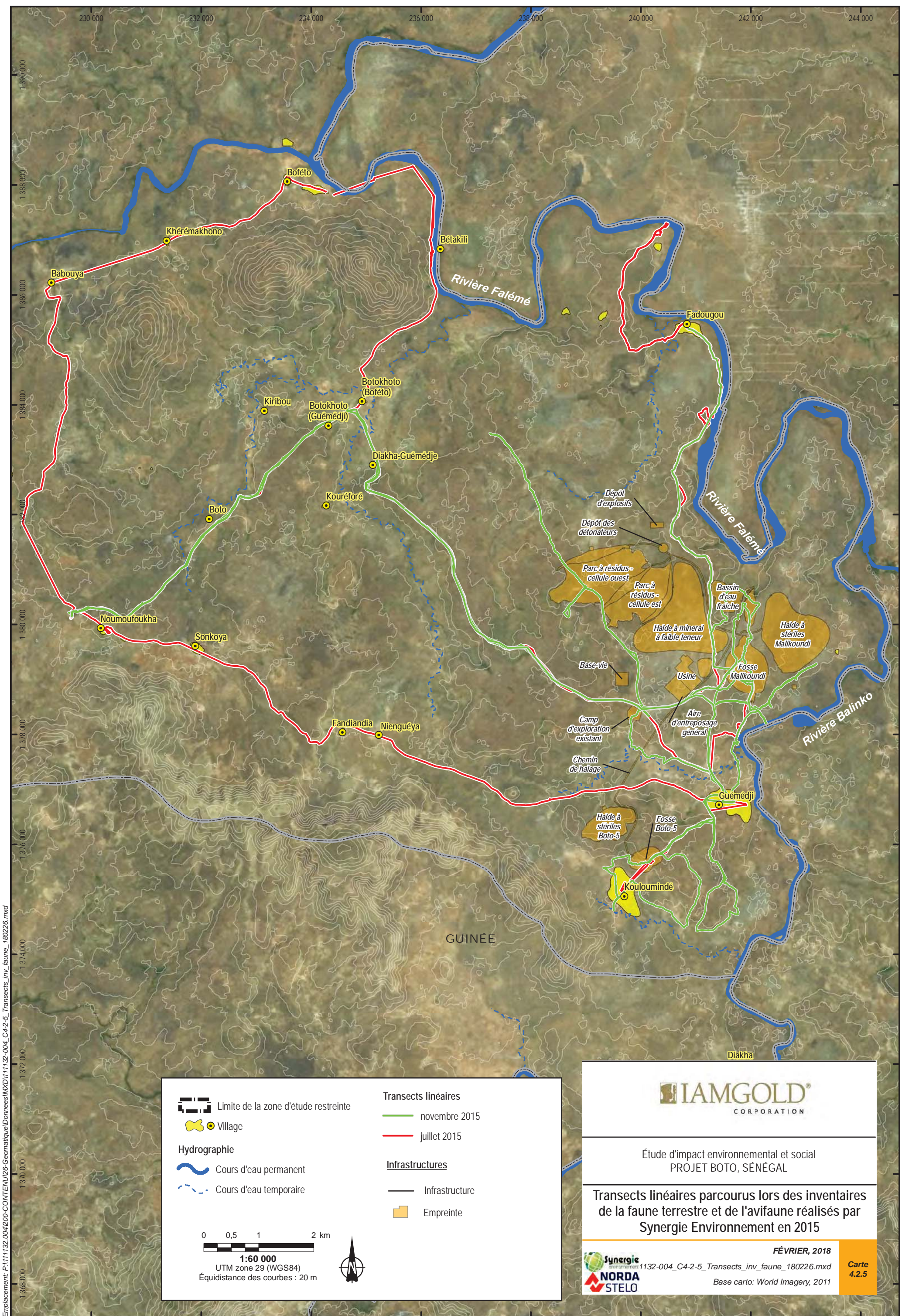
Le nombre d’espèces d’oiseaux recensées au Sénégal varie en fonction des sources consultées². Selon BirdLife International (2018), 552 espèces d’oiseaux seraient présentes au Sénégal dont 135 espèces sont des oiseaux aquatiques. Les espèces migratrices, c’est-à-dire celles qui montrent des mouvements saisonniers de populations, comptent pour 44 % des espèces aviaires observées au Sénégal, soit 244 espèces (BirdLife International, 2018). Plus de la moitié de ces dernières sont d’origine paléarctique et migrent vers le Sénégal pendant l’hiver septentrional (Coulthard, 2001).

² 558 espèces indigènes, 649 en incluant les espèces errantes et les mentions incertaines, selon la Liste des oiseaux du Sénégal de l’African Bird Club (Dowsett et al., 2016)

548 espèces indigènes, 607 en incluant les espèces errantes, selon la Liste Rouge de l’UICN (2017)

682 espèces selon la Liste des oiseaux du Sénégal d’Avibase (Lepage, 2016)

612 espèces selon Coulthard (2001)



Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Dommes\MXD\11132-004_C4-2-5_Transsects_inv_faune_180226.mxd

Limite de la zone d'étude restreinte	Transects linéaires
Village	novembre 2015
Hydrographie	juillet 2015
Cours d'eau permanent	Infrastructures
Cours d'eau temporaire	Infrastructure
	Empreinte

1:60 000
UTM zone 29 (WGS84)
Équidistance des courbes : 20 m

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Transects linéaires parcourus lors des inventaires
de la faune terrestre et de l'avifaune réalisés par
Synergie Environnement en 2015**

1132-004_C4-2-5_Transsects_inv_faune_180226.mxd

FÉVRIER, 2018

Base carto: World Imagery, 2011

**Carte
4.2.5**

Tableau 4.2.22 Observations de reptiles réalisées lors des inventaires de la faune en juillet et novembre 2015

Nom français	Nom latin	Juillet	Novembre	Total
Couleuvre	<i>Psammophis sp.</i>	1	1	2
Scinque à flancs roux	<i>Trachylepis (Mabuya) perrotetii</i>		2	2
Tortue sillonnée	<i>Centrochelys (Geochelone) sulcata</i>	1		1
Varan du Nil	<i>Varanus niloticus</i>	7	1	8
Effectif total Reptiles		9	4	13
Nb espèces Reptiles		3	3	4

Dix-sept espèces d’oiseaux présentes au Sénégal sont reconnues comme étant internationalement en danger critique d’extinction, en danger ou vulnérables par l’Union internationale pour la conservation de la nature (UICN, 2018). À celles-ci s’ajoutent 18 autres espèces qui sont considérées comme étant quasi menacées par l’UICN (2018). Ces 35 espèces sont énumérées au tableau 4.2.23. Selon leur aire de répartition connue, treize de ces espèces pourraient être observées dans la zone d’étude du projet Boto (tableau 4.2.23). De celles-ci, neuf sont des résidentes de la région et trois sont des espèces paléarctiques hivernant en Afrique. Finalement, le faucon kobez est une espèce paléarctique qui pourrait être observée pendant sa migration vers l’Afrique australe.

En plus des espèces présentes sur la Liste Rouge de l’UICN (2018), plusieurs espèces d’oiseaux sont également protégées en vertu de l’article D.36 (Animaux intégralement protégés) et de l’article D.37 (Animaux partiellement protégés) du *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*. Ces espèces sont rapportées au tableau 4.2.24. Les animaux « intégralement protégés » font l’objet d’une protection absolue sur toute l’étendue du territoire; leur chasse et leur capture, y compris celle des jeunes et le ramassage des œufs, sont formellement interdits (sauf aux porteurs de permis scientifiques). Les animaux partiellement protégés le sont sur toute l’étendue du territoire; leur chasse ou leur capture, y compris celle des jeunes, n’est autorisée qu’aux porteurs de permis de chasse, de chasse au gibier d’eau, de capture commerciale ou scientifique, et ce que dans les limites fixées au règlement. Le ramassage des œufs n’est permis qu’aux porteurs de permis scientifique.

Au Sénégal, il existe 17 zones importantes pour la conservation des oiseaux (ZICO; ou « *Important Bird Area* » [IBA] en anglais; Coulthard, 2001). Aucune de celles-ci n’est située à proximité du secteur du projet Boto (figure 4.2.4).

Finalement, 192 espèces d’oiseaux recensés au Sénégal sont inscrites aux Annexes I et II de la *Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage* (CMS) (UNEP, 2018), aussi appelée *Convention de Bonn*. L’Annexe I de la CMS énumère des espèces migratrices en danger. Quant à elle, l’Annexe II de la CMS énumère des espèces migratrices dont l’état de conservation est défavorable et qui nécessitent la conclusion d’accords internationaux pour leur conservation et leur gestion, ainsi que celles dont l’état de conservation bénéficierait d’une manière significative de la coopération internationale qui résulterait d’un accord international. La liste de ces 192 espèces aviaires est présentée à l’annexe 4.2.6. Il importe de souligner que toutes les espèces des familles aviaires suivantes sont incluses à l’Annexe II de la CMS : Anatidae (canards et oies), Accipitridae (aigles, buses, milans, vautours, élanions etc.), Falconidae (faucons), Recurvirostridae (avocettes et échasses), Charadriidae (vanneaux, pluviers et gravelots), Scolopacidae (bécassines, barges, courlis, chevaliers, tournepierres, bécasseaux, etc.), Phoenicopteridae (flamants) et Muscicapidae (gobemouches, agrobates, traquets, rougequeue, tariers, etc.).

Tableau 4.2.23 Liste des espèces d'oiseaux du Sénégal possédant un statut en danger critique d'extinction, en danger, vulnérable ou quasi menacé selon la Liste Rouge de l'UICN (2018)

Famille	Nom français	Nom latin	Présence potentielle de l'espèce dans la zone d'étude selon son aire de répartition
En danger critique d'extinction			
ACCIPITRIDAE	Vautour africain	<i>Gyps africanus</i>	oui, résidente
	Vautour de Rüppell	<i>Gyps rueppelli</i>	oui, résidente
	Vautour charognard	<i>Necrosyrtes monachus</i>	oui, résidente
	Vautour à tête blanche	<i>Trigonoceps occipitalis</i>	non
THRESKIORNITHIDAE	Ibis chauve	<i>Geronticus eremita</i>	non, éteinte au Sénégal
En danger			
ACCIPITRIDAE	Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	oui, résidente
	Vautour oricou	<i>Torgos tracheliotos</i>	non
Vulnérable			
ACCIPITRIDAE	Circaète de Beaudouin	<i>Circaetus beaudouini</i>	oui, résidente
	Aigle martial	<i>Polemaetus bellicosus</i>	oui, résidente
SAGITTARIIDAE	Messenger sagittaire	<i>Sagittarius serpentarius</i>	non
ANATIDAE	Fuligule milouin	<i>Aythya ferina</i>	non
	Marmaronette marbrée	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	non
BUCEROTIDAE	Calao à casque jaune	<i>Ceratogymna elata</i>	non
COLUMBIDAE	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	oui, migratrice paléarctique
GRUIDAE	Grue couronnée	<i>Balearica pavonina</i>	non
SYLVIIDAE	Phragmite aquatique	<i>Acrocephalus paludicola</i>	non
HYDROBATIDAE	Pétrel Cul-blanc	<i>Hydrobates leucorhous</i>	non
Quasi-menacée			
ACCIPITRIDAE	Busard pâle	<i>Circus macrourus</i>	oui, migratrice paléarctique
	Aigle couronné	<i>Stephanoaetus coronatus</i>	non
	Bateleur des savanes	<i>Terathopius ecaudatus</i>	oui, résidente
ANATIDAE	Fuligule nyroca	<i>Aythya nyroca</i>	non
HAEMATOPODIDAE	Huîtrier pie	<i>Haematopus ostralegus</i>	non
LARIDAE	Bec-en-ciseaux d'Afrique	<i>Rynchops flavirostris</i>	non
SCOLOPACIDAE	Bécasseau maubèche	<i>Calidris canutus</i>	non
	Bécasseau cocorli	<i>Calidris ferruginea</i>	non
	Bécassine double	<i>Gallinago media</i>	oui, migratrice paléarctique
	Barge rousse	<i>Limosa lapponica</i>	non
	Barge à queue noire	<i>Limosa limosa</i>	non
	Courlis cendré	<i>Numenius arquata</i>	non
FALCONIDAE	Faucon kobez	<i>Falco vespertinus</i>	espèce paléarctique pouvant être observée en migration
OTIDIDAE	Outarde arabe	<i>Ardeotis arabs</i>	non
	Outarde de Denham	<i>Neotis denhami</i>	oui, résidente
PHOENICOPTERIDAE	Flamant nain	<i>Phoeniconaias minor</i>	non
PROCELLARIIDAE	Pétrel gongon	<i>Pterodroma feae</i>	non, espèce marine
	Puffin du Cap Vert	<i>Calonectris edwardsii</i>	non, espèce marine

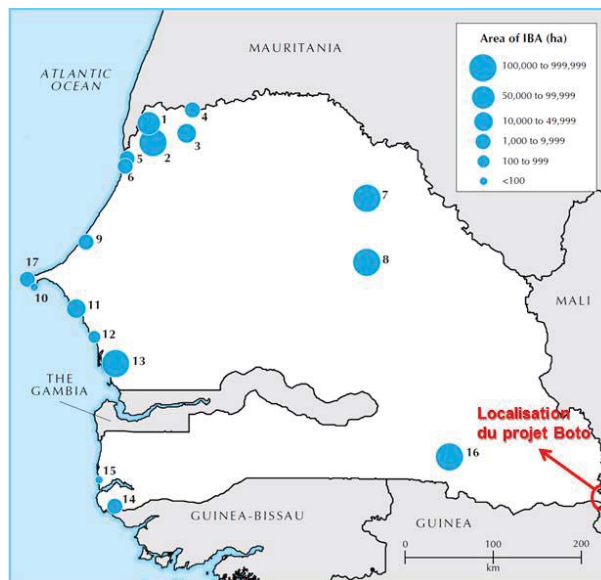
* Les noms français et latins sont ceux utilisés dans la liste mondiale du comité ornithologique international (International Ornithological Committee): Gill, F. et D. Donsker (Eds). 2016. IOC World Bird List (v 6.1). doi : 10.14344/IOC.ML.6.1

Source: UICN (Union internationale pour la conservation de la nature). 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. En ligne: [www.iucnredlist.org]. Page consultée le 20 janvier 2018.

Tableau 4.2.24 Liste des espèces d'oiseaux protégées au Sénégal en vertu du *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*

Famille	Nom commun apparaissant au décret	Nom commun *	Nom latin *
Article D.36 - Animaux intégralement protégés			
STRUTHIONIDAE	Autruche	Autruche d'Afrique	<i>Struthio camelus</i>
PELECANIDAE	Pélican blanc	Pélican blanc	<i>Pelecanus onocrotalus</i>
	Pélican rose	Espèce non valide, il s'agit en fait du pélican blanc	–
	Pélican gris	Pélican gris	<i>Pelecanus rufescens</i>
PHAETHOTIDAE	Paille en queue à bec rouge	Phaéton à bec rouge	<i>Phaethon aethereus</i>
THRESKIORNITHIDAE	Ibis hagedash	Ibis hagedash	<i>Bostrychia hagedash</i>
	Ibis sacré	Ibis sacré	<i>Threskiornis aethiopicus</i>
	Ibis falcinelle	Ibis falcinelle	<i>Plegadis falcinellus</i>
	Spatule d'Afrique	Spatule d'Afrique	<i>Platalea alba</i>
PHOENICOPTERIDAE	Petit flamant	Flamant nain	<i>Phoeniconaias minor</i>
	Flamant rose	Flamant rose	<i>Phoenicopterus roseus</i>
CICONIIDAE	Cigogne blanche	Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>
	Cigogne épiscopale	Cigogne épiscopale	<i>Ciconia episcopus</i>
	Cigogne d'Abdim	Cigogne d'Abdim	<i>Ciconia abdimii</i>
	Marabout	Marabout d'Afrique	<i>Leptoptilos crumenifer</i>
	Tantale ibis	Tantale ibis	<i>Mycteria ibis</i>
	Jabiru	Jabiru d'Afrique	<i>Ephippiorhynchus senegalensis</i>
ARDEIDAE	Héron garde-bœufs	Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>
	Grande aigrette	Grande aigrette	<i>Ardea alba</i>
	Aigrette garzette	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>
	Aigrette à bec jaune	Héron intermédiaire	<i>Egretta intermedia</i>
	Aigrette à gorge blanche	Aigrette à gorge blanche	<i>Egretta gularis</i>
GRUIDAE	Grue couronnée	Grue couronnée	<i>Balearica pavonina</i>
OTIDIDAE	Grande outarde de Denham	Outarde de Denham	<i>Neotis denhami</i>
	Outarde arabe	Outarde arabe	<i>Ardeotis arabs</i>
ACCIPITRIDAE, FALCONIDAE et PANDIONIDAE	Toutes les espèces de vautours, milans, aigles, faucons, buses, circaètes, bateleurs, balbuzards	Toutes les espèces	–
SAGITTARIIDAE	Messenger serpenteaire	Messenger sagittaire	<i>Sagittarius serpentarius</i>
BUCEROTIDAE	Tous les calaos	Toutes les espèces	–
LARIDAE	Bec-en-ciseaux	Bec-en-ciseaux d'Afrique	<i>Rynchops flavirostris</i>
	Tous les laridés (sternes, mouettes et goélands)	Toutes les espèces	–
Article D.37 - Animaux partiellement protégés			
ANATIDAE	Oie d'Égypte	Ouette d'Égypte	<i>Alopochen aegyptiaca</i>
	Oie de Gambie	Oie-armée de Gambie	<i>Plectropterus gambensis</i>
	Oie caronculée	Sarcidiorne à bosse	<i>Sarkidiornis melanotos</i>
	Canard à dos blanc	Dendrocygne à dos blanc	<i>Thalassornis leuconotus</i>
RALLIDAE	Poule sultane	Talève d'Afrique	<i>Porphyrio madagascariensis</i>
	Poule sultane d'Allen	Talève d'Allen	<i>Porphyrio alleni</i>
PSITTACIDAE	Perroquet robuste	Perroquet robuste	<i>Poicephalus robustus</i>
	Perroquet du Sénégal	Perroquet youyou	<i>Poicephalus senegalus</i>
	Perruche à longue queue	Perruche à collier	<i>Psittacula krameri</i>
OTIDIDAE	Outarde à ventre noir	Outarde à ventre noir	<i>Lissotis melanogaster</i>
	Poule de pharaon	Outarde du Sénégal	<i>Eupodotis senegalensis</i>
	Outarde naine	Outarde houppette	<i>Lophotis ruficrista</i>

* Les noms français et latins sont ceux utilisés dans la liste mondiale du comité ornithologique international (International Ornithological Committee): Gill, F. et D. Donsker (Eds). 2016. IOC World Bird List (v 6.1). doi : 10.14344/IOC.ML.6.1



Notes : 1 : Djoudj wetlands; 2 : Ndiaël basin (including the 'Trois Marigots'); 3 : Lac de Guiers; 4 : River Senegal (Ntiagar to Richard-Toll); 5 : Guembeul Avifaunal Reserve and St Louis lagoons; 6 : Parc National de la Langue de Barbarie; 7 : Ferlo North; 8 : Ferlo South; 9 : Niayes (from Dakar to St Louis); 10 : Parc National des Iles de la Madeleine; 11 : La Petite Côte; 12 : Joal-Fadiouth; 13 : Delta du Saloum; 14 : Parc National de Basse Casamance; 15 : Kalissaye Avifaunal Reserve; 16 : Parc National du Niokolo-Koba; 17 : Cap Vert.

Source : Coulthard (2001)

Figure 4.2.4 Localisation et superficies des zones importantes pour la conservation des oiseaux au Sénégal par rapport au projet Boto

4.2.3.2.2 Avifaune de la zone d'étude du projet Boto

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Les oiseaux ont été recensés lors des inventaires fauniques réalisés du 20 au 28 juillet et du 22 au 29 novembre 2015. Voir la section 4.2.3.1.2 (Approche méthodologique – Reptiles et amphibiens) pour les détails de la méthodologie.

RÉSULTATS

Les inventaires dans la zone d'étude du projet Boto ont permis d'identifier 182 espèces d'oiseaux en juillet et 145 espèces en novembre 2015 pour un total de 219 espèces (tableau 4.2.25; annexe 4.2.7), ce qui représente près de 40 % des 552 espèces d'oiseaux présentes au Sénégal selon Birdlife (2018). Les espèces recensées appartiennent à 58 familles d'oiseaux (annexe 4.2.7). Les familles présentant les richesses spécifiques les plus élevées sont celles des *Accipitridae* (aigles, vautours, bateleur, circaète, milan, éperviers, etc.) et des *Estrildidae* (astrilds, capucins, amarantes, etc.) avec respectivement 21 espèces et 14 espèces. Les familles des *Columbidae* (colombars et tourterelles), des *Muscicapidae* (gobe-mouches, traquets, etc.) et des *Ploceidae* (euplectes, tisserins et travailleurs) présentent quant à elles 11 espèces chacune (annexe 4.2.7). Cependant, 24 familles sont représentées uniquement par une espèce (annexe 4.2.7).

Tableau 4.2.25 Richeur spécifique et effectifs des oiseaux observés en juillet et novembre 2015

Inventaire	Nombre d'espèces	Effectif
Juillet	182	2 705
Novembre	145	3 874
Total	219	6 579

Des 219 espèces d'oiseau identifiées en juillet et en novembre 2015, 174 espèces (80 %) sont considérées comme communes dans la région, 29 espèces (13 %) comme rares et huit espèces (4 %) comme très rares selon le guide de Borrow et Demey (2011; tableau 4.2.26). De plus, huit autres espèces ne sont pas signalées comme fréquentant la région toujours selon Borrow et Demey (2011; tableau 4.2.26).

Des 182 espèces observées lors de l'inventaire de juillet 2015, 145 sont des espèces résidentes (80 %), 11 sont des espèces migratrices intra-africaines (6 %), 7 sont des espèces migratrices paléarctique (4 %) et 15 sont des des espèces résidentes mais partiellement migratrices intra-africaines (8 %), tandis que les espèces errantes (« vagrants » en anglais) représentent 1 %. En juillet, la quasi-totalité des espèces migratrices paléarctiques sont retournées dans leurs zones de nidification. Les espèces migratrices paléarctiques retrouvées dans la zone d'étude en juillet sont : le chevalier guignette (*Actitis hypoleucos*), le pipit des arbres (*Anthus trivialis*), le martinet noir (*Apus apus*), le tournepierre à collier (*Arenaria interpres*), l'hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*), le gobemouche noir (*Ficedula hypoleuca*) et le gobemouche gris (*Muscicapa striata*).

En novembre 2015, 111 des espèces identifiées sont résidentes (77 %), 5 sont des espèces migratrices intra-africaines (3 %), 14 espèces migratrices du Paléarctique (10 %) et 12 espèces résidentes mais partiellement migratrices intra-africaines (8 %). Les espèces migratrices paléarctiques sont plus nombreuses en novembre qu'en juillet.

Sept des espèces d'oiseaux identifiées lors des inventaires apparaissent à la Liste Rouge de l'UICN (2018; tableau 4.2.23). Ces espèces d'oiseaux sont présentées au tableau 4.2.27.

Selon les résultats des inventaires de 2015 et en vertu de *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*, la zone d'étude du projet Boto comprend :

- 35 espèces intégralement protégées appartenant à 7 familles (Accipitridae, Ardeidae, Bucerotidae, Bucorvidae, Falconidae, Strigidae, Threskiornithidae);
- 4 espèces partiellement protégées appartenant à 4 familles (*Otididae*, *Psittacidae*, *Psittaulidae*, *Rallidae*).

4.2.3.3 Mammifères

Selon l'UICN (2018), le Sénégal compterait 187 espèces de mammifères (annexe 4.2.8), incluant les mammifères marins (baleines, dauphins, lamantins). De ces espèces, une est éteinte dans la nature (oryx de Libye, une est en danger critique d'extinction (gazelle dama), quatre sont en danger, treize sont vulnérables et cinq sont quasi-menacées en vertu de la Liste Rouge de l'UICN (tableau 4.2.28). En fonction de leur aire de répartition connue (UICN, 2018), les espèces suivantes, possédant un statut particulier sur la Liste Rouge de l'UICN, pourraient fréquenter la zone d'étude du projet Boto, soit le chimpanzé qui est en danger, l'hippopotame amphibie et le lion d'Afrique qui sont vulnérables, ainsi que le léopard, la loutre à joues blanches et le babouin de Guinée qui sont quasi-menacés (tableau 4.2.28).

Tableau 4.2.26 Liste des espèces d'oiseau très rares, rares et non signalées dans la région selon Borrow et Demey (2011)

Famille	Nom français*	Nom latin*
Espèces très rares dans la région		
ACCIPITRIDAE	Épervier des Ovampos	<i>Accipiter ovampensis</i>
	Baza coucou	<i>Aviceda cuculoides</i>
ALAUDIDAE	Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>
	Alouette chanteuse	<i>Mirafra cantillans</i>
CISTICOLIDAE	Apalis à gorge jaune	<i>Apalis flavida</i>
	Camaroptère à dos vert	<i>Camaroptera Chloronota</i>
CUCULIDAE	Coucou jacobin	<i>Clamator jacobinus</i>
PHASIANIDAE	Caille arlequin	<i>Coturnix delegorqueti</i>
Espèces rares dans la région		
ALAUDIDAE	Alouette bourdonnante	<i>Mirafra rufocinnamomea</i>
CHARADRIIDAE	Pluvier de Forbes	<i>Charadrius forbesi</i>
CISTICOLIDAE	Cisticole roussâtre	<i>Cisticola galactotes</i>
	Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>
COLIIDAE	Coliou huppé	<i>Urocolius macrourus</i>
COLUMBIDAE	Tourterelle d'Adamaoua	<i>Streptopelia hypopyrrha</i>
	Colombar à front nu	<i>Treron calvus</i>
ESTRILDIDAE	Capucin bec-d'argent	<i>Euodice cantans</i>
	Sénégal à ventre noir	<i>Euschistospiza dybowskii</i>
	Bengali zébré	<i>Amandava subflava</i>
FRINGILLIDAE	Serin à croupion blanc	<i>Crithagra leucopygia</i>
HIRUNDINIDAE	Hypolaïs pâle	<i>Iduna pallida</i>
LYBIIDAE	Barbion à croupion jaune	<i>Pogoniulus bilineatus</i>
MUSCICAPIDAE	Agrobate podobé	<i>Cercotrichas podobe</i>
	Traquet isabelle	<i>Oenanthe isabellina</i>
NECTARINIIDAE	Souimanga à ventre olive	<i>Cinnyris chloropygius</i>
	Souimanga olivâtre	<i>Cyanomitra olivacea</i>
	Souimanga pygmée	<i>Hedydipna platyura</i>
PASSERIDAE	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>
	Moineau doré	<i>Passer luteus</i>
	Sporopipe quadrillé	<i>Sporopipes frontalis</i>
PLOCEIDAE	Travailleur à bec rouge	<i>Quelea quelea</i>
PODICIPEDIDAE	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>
PTEROCLIDAE	Ganga à ventre brun	<i>Pterocles exustus</i>
STURNIDAE	Choucador à ventre roux	<i>Lamprotornis pulcher</i>
SYLVIIDAE	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>
	Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>
VIDUIDAE	Veuve à collier d'or	<i>Vidua orientalis</i>
	Combassou de Wilson	<i>Vidua wilsoni</i>
Espèces non signalées dans la région		
CAPRIMULGIDAE	Engoulevent à épaulettes noires	<i>Caprimulgus nigriscapularis</i>
MONARCHIDAE	Tchitrec à ventre roux	<i>Terpsiphone rufiventer</i>
NECTARINIIDAE	Souimanga brun	<i>Anthreptes gabonicus</i>
	Souimanga éclatant	<i>Cinnyris coccinigastrus</i>
PHASIANIDAE	Francolin d'Ahanta	<i>Pternistis ahantensis</i>
PICIDAE	Pic gris	<i>Dendropicos elachus</i>
SCOLOPACIDAE	Tournepierre à collier	<i>Arenaria interpres</i>
SYLVIIDAE	Fauvette à lunettes	<i>Sylvia conspicillata</i>

* Les noms français et latins sont ceux utilisés dans la liste mondiale du comité ornithologique international (International Ornithological Committee); Gill, F. et D. Donsker (Eds). 2016. IOC World Bird List (v 6.1). doi : 10.14344/IOC.ML.6.1

Tableau 4.2.27 Espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude du projet Boto et listées sur la Liste Rouge de l'UICN (2018)

Espèce	Secteurs d'observation	Statut			
		En danger critique d'extinction	En danger	Vulnérable	Quasi-menacée
Bateleur des savanes (<i>Terathopus ecaudatus</i>)	Boféto, Fadougou, Guémedji, Khérémakhono, Kouloumindé, Halde Malikoundi, Noumoufoukha				X
Circaète de Beaudoin (<i>Circaetus beaudouini</i>)	Fosse Boto 5			X	
Vautour africain (<i>Gyps africanus</i>)	Fosse Boto 5	X			
Vautour de Rüppell (<i>Gyps rueppelli</i>)	Fadougou	X			
Vautour charognard (<i>Necrosyrtes monachus</i>)	Fadougou, Fosse Boto 5, Halde Malikoundi	X			
Vautour percnoptère (<i>Neophron percnopterus</i>)	Halde Malikoundi, Khouloumindé		X		
Tourterelle des bois (<i>Streptopelia turtur</i>)	Halde Malikoundi			X	

En plus des espèces présentes sur la Liste Rouge de l'UICN (2018), plusieurs espèces de mammifères sont protégées en vertu du *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*. Ces espèces sont rapportées au tableau 4.2.29. Les animaux « intégralement protégés » font l'objet d'une protection absolue sur toute l'étendue du territoire; leur chasse et leur capture, y compris celle des jeunes, sont formellement interdits (sauf aux porteurs de permis scientifiques). Les animaux « partiellement protégés » le sont sur toute l'étendue du territoire; leur chasse ou leur capture, y compris celle des jeunes, n'est autorisée qu'aux porteurs de permis de chasse, de chasse au gibier d'eau, de capture commerciale ou scientifique, et ce que dans les limites fixées au règlement. Les femelles des mammifères partiellement protégés font par contre l'objet d'une protection intégrale. Le tir du lion nécessite indépendamment du permis de grande chasse, une autorisation du président de la république.

Les prélèvements des animaux sauvages qui ne pas sont pas partiellement protégés sont aussi soumis à un contrôle du service des Eaux et Forêts Chasses et de la Conservation des Sols qui délivre si nécessaire les autorisations requises.

Tableau 4.2.28 Espèces de mammifères menacées au Sénégal selon la Liste Rouge de l'UICN (2018)

Ordre	Famille	Nom latin	Nom français	Présence potentielle de l'espèce dans la zone d'étude selon son aire de répartition
Espèce éteinte dans la nature				
CETARTIODACTYLA	BOVIDAE	<i>Oryx dammah</i>	Oryx de Libye	non, éteinte dans la nature
En danger critique d'extinction				
CETARTIODACTYLA	BOVIDAE	<i>Nanger dama</i>	Gazelle dama	non
En danger				
CARNIVORA	CANIDAE	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon	non
CETARTIODACTYLA	BALAENOPTERIDAE	<i>Balaenoptera musculus</i>	Rorqual bleu	non, espèce marine
PRIMATES	CERCOPITHECIDAE	<i>Procolobus badius</i>	Colobe bai	non
	HOMINIDAE	<i>Pan troglodytes</i>	Chimpanzé	oui
Vulnérable				
CARNIVORA	FELIDAE	<i>Acinonyx jubatus</i>	Guépard	non, disparu du Sénégal
		<i>Panthera leo</i>	Lion d'Afrique	oui
CETARTIODACTYLA	BOVIDAE	<i>Eudorcas rufifrons</i>	Gazelle à front roux	non
		<i>Gazella dorcas</i>	Gazelle dorcas	non, disparu du Sénégal
	DELPHINIDAE	<i>Sousa teuszii</i>	Dauphin à bosse de l'Atlantique	non, espèce marine
	HIPPOPOTAMIDAE	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame	possible, à la limite de son aire
	PHYSETERIDAE	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalot	non, espèce marine
CHIROPTERA	RHINOLOPHIDAE	<i>Rhinolophus guineensis</i>	Rhinolophe de Guinée	non
PHOLIDOTA	MANIDAE	<i>Smutsia gigantea</i>	Pangolin géant	non
PRIMATES	CERCOPITHECIDAE	<i>Cercocebus atys</i>	Mangabey couronné	non
PROBOSCIDEA	ELEPHANTIDAE	<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant d'Afrique	non
SIRENIA	TRICHECHIDAE	<i>Trichechus senegalensis</i>	Lamantin d'Afrique	non, espèce marine
Quasi-menacée				
CARNIVORA	FELIDAE	<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard	oui
	HYAENIDAE	<i>Hyaena hyaena</i>	Hyène rayée	non
	MUSTELIDAE	<i>Aonyx capensis</i>	Loutre à joues blanches	oui
CHIROPTERA	PTEROPODIDAE	<i>Eidolon helvum</i>	Roussette paillée africaine	non
PRIMATES	CERCOPITHECIDAE	<i>Papio papio</i>	Babouin de Guinée	oui

Source: UICN (Union internationale pour la conservation de la nature). 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. En ligne: [www.iucnredlist.org]. Page consultée le 25 février 2016.

Tableau 4.2.29 Liste des espèces de mammifères protégées au Sénégal en vertu du *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*

Famille	Nom commun apparaissant au décret	Nom commun *	Nom latin *
Article D.36 - Animaux intégralement protégés			
HIPPOPOTAMIDAE	Hippopotame	Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>
TRICHECHIDAE	Lamantin d'Afrique	Lamantin d'Afrique	<i>Trichechus senegalensis</i>
HOMINIDAE	Chimpanzé	Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>
CERCOPITHECIDAE	Colobbai	Colobe Bai	<i>Procolobus badius ssp. temminckii</i>
	Cercocèbe à collier blanc ou Mangabey**	Mangabey Couronné, Mangabey Enfumé	<i>Cercocebus torquatus</i>
	Cercocèbe à crête**	Mangabey à crête, Mangabey de la Tana	<i>Cercocebus galeritus</i>
	Cercopithèque moine	Cercopithèque De Campbell	<i>Cercopithecus campbelli</i>
GALAGIDAE	Galago du Sénégal	Galago du Sénégal	<i>Galago senegalensis</i>
ORYCTEROPODIDAE	Oryctérope	Oryctérope	<i>Orycteropus afer</i>
MANIDAE	Tous les pangolins	au Sénégal: Pangolin géant	<i>Smutsia gigantea</i>
ELEPHANTIDAE	Éléphant d'Afrique	Éléphant d'Afrique	<i>Loxodonta africana</i>
GIRAFFIDAE	Girafe	Girafe	<i>Giraffa camelopardalis</i>
BOVIDAE	Damalisque	Damalisque	<i>Damaliscus lunatus</i>
	Éland de Derby	Éland de Derby	<i>Taurotragus derbianus</i>
	Gazelle à front roux	Gazelle à front roux	<i>Eudorcas rufifrons</i>
	Gazelle Dorcade	Gazelle Dorcas	<i>Gazella dorcas</i>
	Gazelle Dama	Gazelle Dama	<i>Nanger dama</i>
	Situtonga ou Guib d'eau	Guib d'eau ou Guib harnachée	<i>Tragelaphus spekii</i>
	Céphalophe à dos jaune	Céphalophe à dos jaune	<i>Cephalophus silvicultor</i>
FELIDAE	Guépard	Guépard	<i>Acinonyx jubatus</i>
	Léopard	Léopard	<i>Panthera pardus</i>
SUIDAE	Potamochère	Potamochère d'Afrique	<i>Potamochoerus porcus</i>
ANOMALURIDAE	Anomalure ou écureuil volant	Anomalure de Beecroft, écureuil volant de Beecroft	<i>Anomalurus beecrofti</i>
PHOCIDAE	Phoque-moine	Phoque-moine	<i>Monachus spp.</i>
BALAENOPTERIDAE, DELPHINIDAE, PHOCOENIDAE, PHYSETERIDAE, ZIPHIIDAE	toutes les espèces de cétacés	toutes les espèces de cétacés	–
Article D.37 - Animaux partiellement protégés			
FELIDAE	lion	Lion d'Afrique	<i>Panthera leo</i>
FELIDAE, HERPESTIDAE, MUSTELIDAE, NANDINIIDAE, VIVERRIDAE	tous les petits carnivores: serval, caracal, chat sauvage, civette, genette, loutre, zorille, mangouste	tous les petits carnivores: serval, caracal, chat sauvage, civette, genette, loutre, zorille, mangouste	–
CANIDAE	Lycaon	Lycaon	<i>Lycaon pictus</i>
BOVIDAE	Tous les buffles	Au Sénégal: Buffle d'Afrique	<i>Syncerus caffer</i>
	Hippotrague ou antilopes chevals	Hippotrague	<i>Hippotragus equinus</i>
	Bubale		<i>Alcelaphus buselaphus</i>
	Cobe de Buffon		<i>Kobus kob</i>
	Cobe de Redunca		<i>Redunca redunca</i>
	Cobe onctueux		<i>Kobus ellipsiprymnus ssp. defassa</i>
	Ourebi		<i>Ourebia ourebi</i>
	Tous les céphalophes		<i>Cephalophus spp.</i> <i>Philantomba spp.</i> <i>Sylvicapra spp.</i>
Guib harnaché	Guib harnaché	<i>Tragelaphus scriptus</i>	

* Les noms français et latins sont ceux utilisés par l'UICN (2016)

**Ces espèces ne sont pas retrouvées au Sénégal.

La zone d'étude est située au sud-est de la Zone d'intérêt cynégétique (ZIC) de la Falémé (section 4.2.1.6; carte 4.2.4). Dans cette ZIC, la chasse est encadrée par l'Arrêté n° 10221/MPN/DEFC du 10 août 1983 fixant les modalités d'exercice de la chasse dans la zone d'intérêt cynégétique de la Falémé. Selon le site Internet de la Direction des eaux, des forêts, chasses et de la conservation des sols du Ministère de l'environnement et du développement durable du Sénégal³, la chasse à la grande faune (bovidé voir aussi l'Arrêté ministériel n°22978 en date du 17 décembre 2015 fixant les modalités d'exercices au titre de la saison cynégétique 2015-2016) n'est autorisée dans le pays que dans la Zone d'intérêt cynégétique (ZIC) de la Falémé. En vertu de l'article D.42 du Décret N°86-844, « Sont déclarées « zones cynégétiques » les parties du territoire où le gibier et la chasse présentent un intérêt scientifique ou économique majeur et où la faune sauvage est susceptible, sans inconvénient sensible pour les autres secteurs de l'économie, d'être portée à un niveau aussi élevé que possible en vue de son étude scientifique ou de son exploitation rationnelle à des fins touristiques et cynégétiques ».

4.2.3.3.1 Mammifères de la zone d'étude du projet Boto

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Présence historique

Dans le passé, la zone d'étude présentait des habitats et une quiétude qui permettaient à beaucoup d'animaux sauvages d'y évoluer. Cependant, suite à l'anthropisation et des pressions diverses qui y sont apparues, la grande comme la moyenne faune est devenue rare.

Afin de dresser une liste des espèces de mammifère retrouvée dans la zone d'étude, une enquête a été menée le 26 juillet 2015 auprès de sexagénaires et de septuagénaires résidant dans la zone d'étude depuis au moins trente ans. Pour ce faire, les cinq villages suivants ont été visités : Babouya, Boféto, Guémadji, Kouloumindé et Noumoufoukha.

Inventaires

Les mammifères ont fait l'objet d'un premier recensement lors des inventaires fauniques réalisés du 20 au 28 juillet et du 22 au 29 novembre 2015. Voir la section 4.2.3.1.2 (Approche méthodologique - Amphibiens et les reptiles) pour les détails de la méthodologie.

En raison de la présence confirmée et suspectée de plusieurs espèces à statut précaire dans la région, un effort d'inventaire soutenu a également été déployé afin de confirmer la présence, ou l'absence, du Chimpanzé d'Afrique de l'Ouest (*Pan troglodytes verus*), comme la zone d'étude se situe à la limite Nord-Ouest de son aire de répartition géographique (Kormos *et al.*, 2004). Une nouvelle campagne de terrain a donc été réalisée par Sylvatrop Consulting (2018), entre le 8 novembre et le 6 décembre 2017 (annexe 4.2.9), ciblant spécifiquement le chimpanzé d'Afrique de l'Ouest qui est actuellement la sous-espèce de chimpanzé la plus menacée par suite de la diminution progressive de son effectif dans des habitats de savanes (Kühl *et al.*, 2008; UICN, 2018).

L'inventaire consistait d'une part en des entretiens groupés avec les populations locales des villages environnants du projet de mine d'or de Boto, sous forme d'échanges en suivant un questionnaire établi à cet effet. Ces villages sont Babouya, Boféto, Boto 1, Diakha Maky, Fadougou, Fandiandian, Guémedji, Kouloumindé, Noumoufoukha et Sonkoya. Seuls les villages de Guémedji et Kouloumindé se trouvent à l'intérieur de la zone d'étude, les autres se situant en périphérie, dans un rayon de 5 km maximum. D'autre part, des validations sur le terrain ont été réalisées sous forme d'observations le long de transects linéaires, et de piégeages photographiques. Les paragraphes suivants résument en quoi consiste ces deux méthodes d'observations complémentaires.

³ www.eaux-forets.sn/index.php/a-votre-service/chasse

- Transects

Parmi les nombreuses techniques d'échantillonnage disponibles, la plus utilisée pour les grands mammifères est la méthode de transects linéaires (Plumptre, 2000 ; Kühl *et al.*, 2008).

Le transect linéaire peut être appliqué aux observations des animaux eux-mêmes, ce qui est un cas assez rare pour les chimpanzés, la détection de ces derniers étant plus communément réalisée sur la base d'indices de présence (nids, fèces, restes alimentaires). La déduction du nombre d'animaux sur la base d'indices nécessite une bonne compréhension du mode de vie de l'animal. Toutefois, même dans le meilleur des cas, les hypothèses qui doivent être faites conduisent invariablement à une plus grande incertitude dans les résultats.

En évaluant les approches de transects linéaires pour les mammifères forestiers africains, Plumptre (2000) a déterminé que des changements de moins de 30-50% de la population ne pouvaient pas être détectés par cette seule méthode. Pour cela, il suggère que les résultats des transects linéaires soient combinés à un effort d'échantillonnage s'échelonnant sur plusieurs saisons, ou encore à d'autres méthodes d'inventaires.

Lors des inventaires de 2017, les transects, au nombre de 47, étaient de longueur variable selon le type de déplacement. Ils totalisaient 59,4 km de parcours, et chaque équipe de terrain était composée de trois personnes afin d'augmenter les chances de détection des chimpanzés. Le plan d'échantillonnage visait à couvrir toute la zone d'étude, tout en s'assurant de mettre un effort plus soutenu dans les habitats propices aux chimpanzés, tels que les forêts galeries.

Lorsqu'un groupe de primates était rencontré durant les observations, les informations suivantes étaient notés, soit le type d'habitat, le type d'indices de présence, le nombre d'individus, les coordonnées géographiques, la distance qui sépare de l'observateur et la distance perpendiculaire au transect. Pour chaque nid rencontré, la taille du groupe de nid, la distance perpendiculaire au transect et la classe d'âge des nids (frais, récents, anciens et très vieux) étaient également notés. De plus, tous les indices de présence directe ou indirecte des autres moyens et grands mammifères rencontrés pendant les déplacements en dehors des transects définis, ont aussi été relevés.

- Pièges photographiques

L'approche de piégeage photographique est bien adaptée pour surmonter les difficultés particulières d'études et de suivis d'espèces discrètes, et souvent nocturnes, qui vivent dans des habitats difficiles d'accès.

Nakashima *et al.* (2013) ont ainsi démontré la validité du piégeage photographique comme méthode complémentaire de transects pour l'étude et le suivi des grands singes, tandis que Garriga (2013) a prouvé son efficacité pour l'identification individuelle.

Ainsi, 33 pièges photographiques ont été installés sur le terrain, de manière à couvrir la totalité de la zone d'étude et d'intensifier l'effort dans les habitats propices aux chimpanzés, tel que les forêts galeries.

Le type d'habitat, la couverture de la canopée, le type d'arbre et la phénologie, la couverture des sous-bois, la couverture des litières, la disponibilité de l'eau, les signes des animaux et les données sur l'activité humaine ont été recueillis à chaque emplacement de piège photographique. Les résultats étaient compilés dans un fichier détaillant la date, l'heure et les circonstances de chaque « événement » de la caméra. Un « événement » est défini comme toute séquence de photos d'une espèce sur un site se produisant dans un intervalle d'une heure.

Tableau 4.2.30 Espèces de mammifères observées dans la zone d'étude en 2015 et dans le passé (plus de 30 ans) selon l'enquête menée dans cinq villages et leur statut de protection en vertu du Décret n°86-844

Ordre*	Famille*	Nom commun	Nom latin*	Espèces protégées en vertu du Décret N°86-844		Statut UICN (2018)	Actuellement observé dans la zone d'étude
				intégralement protégées	partiellement protégées		
CETARTIODACTYLA	BOVIDAE	Hippotrague / Antilope cheval	<i>Hippotragus equinus</i>		x		
		Bubale	<i>Alcelaphus buselaphus major</i>		x		
		Buffle de savane	<i>Syncerus caffer nanus</i>		x		
		Céphalophe à flancs roux	<i>Cephalophus rufilatus</i>		x		
		Sylvicapre de Grimm / Céphalobe de Grimm	<i>Sylvicapra grimmia</i>		x		
		Cobe de Buffon	<i>Kobus kob</i>		x		
		Cobe defassa ou onctueux	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>		x		
		Cobe de roseaux / Cobe de Redunca	<i>Redunca redunca</i>		x		
		Eland de Derby	<i>Taurotragus derbianus</i>	x			
		Guib harnaché	<i>Tragelaphus scriptus</i>		x		
	Ourébi	<i>Ourebia ourebi</i>		x		x	
	HIPPOTAMIDAE	Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	x		x	x
SUIDAE	Phacochère	<i>Phacochoerus africanus</i>				x	
	Potamochère	<i>Potamochoerus porcus porcus</i>	x				
CARNIVORA	CANIDAE	Chacal à flancs rayés	<i>Canis adustus</i>				x
		Cinhyène /Lycaon	<i>Lycaon pictus</i>			En danger	
	FELIDAE	Lion	<i>Panthera leo</i>		x	Vulnérable	x
		Léopard	<i>Panthera pardus</i>	x		Quasi-menacé	x
	HYAENIDAE	Hyène tachetée	<i>Crocuta crocuta</i>				x
	MUSTELIDAE	Ratel	<i>Mellivora capensis</i>				x
		Loutre à joues blanches	<i>Aonyx capensis capensis</i>		x	Quasi-menacé	
	VIVERRIDAE	Civettes	<i>Civettictis civetta</i>		x		x
Genette commune		<i>Genetta genetta</i>		x		x	
Mangue rayée		<i>Mungos mungo</i>		x		x	
EULIPOTYPHLA	ERINACEIDAE	Hérisson à ventre blanc	<i>Atelerix albiventris</i>			x	
LAGOMORPHA	LEPORIDAE	Lièvre des savanes	<i>Lepus microtis</i>			x	
PHOLIDOTA	MANIDAE	Pangolin géant	<i>Smutsia gigantea</i>	x		Vulnérable	
PRIMATES	HOMINIDAE	Chimpanzé	<i>Pan troglodytes</i>	x		En danger	x
		CERCOPITHECIDAE	Cynocéphale / Babouin de Guinée	<i>Papio papio</i>			Quasi-menacé
	Singe rouge/Patas		<i>Erythrocebus patas</i>				x
	Callitriche /Singe vert		<i>Chlorocebus sabeus</i>				x
	Colobe bai		<i>Procolobus badius</i>	x		En danger	
	GALAGIDAE	Galago du Sénégal	<i>Galago senegalensis</i>	x			x
PROBOSCIDA	ELEPHANTIDAE	Éléphant d'Afrique	<i>Loxodonta africana</i>	x		Vulnérable	
RODENTIA	HYSTRICIDAE	Porc-épic du Sénégal	<i>Hystrix cristata senegalica</i>				x
	SCIURIDAE	Écureuil fouisseur/Écureuil géant de Stanger	<i>Xerus erythropus</i>				x

* Classification taxonomique et noms latins selon l'UICN (2016)

Chaque événement est caractérisé par des entrées pour le nombre de photos associées à l'évènement, le nombre de photos dans lesquelles l'espèce principale (la plus proche de la caméra au début quand deux ou plusieurs espèces sont présentes) est visible dans la séquence, le temps total écoulé entre la dernière image dans l'évènement, le nombre d'individus des espèces principales détectables dans l'ordre, l'identité des espèces secondaires, le cas échéant, et des notes sur la qualité de l'identification des espèces ou l'état technique de la caméra si nécessaire.

RÉSULTATS

Présence historique

Les résultats de l'enquête menée en 2015 dans les villages de Babouya, Boféto, Guémadji, Kouloumindé et Noumoufoukha sont présentés au tableau 4.2.30.

Sur les 36 espèces de mammifères signalées dans le passé (plus de 30 ans), 16 ne sont pas observées actuellement dans la zone d'étude, ce qui suggère que 44 % des espèces auraient disparu du secteur (tableau 4.2.30). Les personnes enquêtées ont révélé que la diminution, voire la disparition de certaines espèces, est surtout due à l'anthropisation élevée du secteur (augmentation des populations humaines, déplacements fréquents et incontrôlés des engins motorisés, prélèvements des ressources naturelles).

Des 20 espèces toujours observées aujourd'hui, cinq possèdent un statut particulier selon la Liste Rouge de l'UICN (2018), soit le chimpanzé qui est classé comme en danger, l'hippopotame amphibie et le lion qui sont des espèces vulnérables, ainsi que le léopard et le babouin de Guinée qui sont considérés comme quasi-menacés (tableau 4.2.30). Le *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)* protège également certaines d'entre elles (tableau 4.2.30).

Inventaires

- Inventaires fauniques de 2015

Les inventaires de juillet et de novembre 2015 ont permis de révéler la présence de douze espèces de mammifères dans la zone d'étude du projet Boto (tableau 4.2.31), soit par l'observation d'individus ou d'indices de leur passage (fèces, pistes). Les espèces les plus communes sont le singe vert (photo 4.2.18) et l'écureuil fouisseur. Deux de ces espèces, soit le guib harnaché et l'héliosciure de Gambie, n'ont pas été rapportées comme étant présentes dans la région lors de l'enquête menée en 2017 auprès des communautés locales (tableau 4.2.30).

Une de ces espèces, soit l'hippopotame (photo 4.2.20), possède le statut vulnérable sur la Liste Rouge de l'UICN (2018) et il est intégralement protégé en vertu de l'article D.36 du *Décret N°86-844 portant code de la chasse et de la protection de la faune (partie réglementaire)*. La civette, la mangue rayée, le guib harnaché et l'ourébi (photo 4.2.19) sont pour leur part partiellement protégés en vertu de l'article D.36 du même *Décret*.

Tableau 4.2.31 Observations de mammifères réalisées lors des inventaires de la faune de juillet et novembre 2015

Nom commun	Nom latin	Juillet	Novembre	Total
Civette	<i>Civettictis civetta</i>		1	1
Écureuil fouisseur	<i>Xerus erythropus</i>	27	13	40
Guib harnaché (fèces)	<i>Tragelaphus scriptus</i>		1	1
Héliosciure de Gambie	<i>Heliosciurus gambianus</i>	11	3	14
Hippopotame (fèces)	<i>Hippopotamus amphibius</i>	1		1
Lièvre à oreille de lapin ou lièvre des savanes	<i>Lepus microtis</i>	1		1
Mangue rayée	<i>Mungos mungo</i>	13		13
Ourébi (pistes)	<i>Ourebia ourebi</i>	2		2
Phacochère	<i>Phacochoerus africanus</i>	6	4	10
Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>		1	1
Singe rouge / Patas	<i>Erythrocebus patas</i>		24	24
Singe vert	<i>Chlorocebus sabeus</i>	47	70	117
	Effectif	108	117	225
	Nb espèces	8	8	12



Photo 4.2.18 Singe vert s'abreuvant



Photo 4.2.19 Empreinte d'Ourébi



Photo 4.2.20 Crottes d'hippopotame sur un de ses passages à côté de la Falémé

- Inventaires de chimpanzés de 2017
 - Entretiens auprès des villages

Un total de 82 personnes dont 29 personnes âgées, 46 jeunes et 7 femmes issus de la population autochtone a participé aux entretiens. Ces personnes ont confirmé la présence du chimpanzé dans les alentours de tous les villages visités, à l'exception de Diakha Maky, village créé il y a moins d'un an, et Fadougou. Pour Fadougou, les derniers indices de présence du Chimpanzé signalés par les populations datent de deux ans au moins. Les habitants de ces villages sont en général des Dialonké et des Peulhs, de religion musulmane. Ils ne consomment pas la viande du chimpanzé. Il existe généralement dans ces villages des guérisseurs traditionnels qui utilisent souvent des produits d'origines végétale et animale (estomac de porc épic, chacal, patas, vipère, aulacode) pour soigner les malades, mais des produits issus du Chimpanzé n'ont pas été cités lors des entretiens. Les populations des villages questionnés ont confirmé leur cohabitation avec les grands singes, et la problématique des dégâts parfois occasionnés par les chimpanzés sur les cultures. Cependant il n'a pas été relevé de situation conflictuelle ou de braconnage des

grands singes, les communautés expliquant que la présence des chimpanzés protège les cultures des autres animaux qui provoquent plus de dégâts.

Les communautés confirment également que les chimpanzés consomment préférentiellement les espèces végétales suivantes : *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa*, *Spondias mombin*, *Aphania senegalensis*, *Saba senegalensis*, *Cissus populnea* et plus particulièrement les fruits du Baobab (*Adansonia digitata*), du *Spondia*, du *Tamarix indica* et du *Aphania senegalensis* à cette période de l'année. L'observation des chimpanzés est selon eux plus aisée en saison sèche, aux abords des galeries forestières, comme les points d'eau les incitent à se regrouper dans des zones plus restreintes.

La présence du lycaon (*Lycaon pictus*) dans la zone du permis a été rapportée par le chef de projet qui affirme avoir vu quatre individus début 2016. Cette espèce, classée comme étant en danger par l'UICN (2018),.Un travailleur d'IAMGOLD a également rapporté avoir rencontré une hyène à côté du village de Diakha Maki le 20 Novembre 2017. Deux espèces de hyènes sont potentiellement présentes dans la zone d'étude, la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*) et la hyène rayée (*Hyaena hyaena*). La première est classée de préoccupation mineure par l'UICN, la seconde est classée quasi menacée. Ces trois espèces, qui n'ont cependant pas été confirmées par les inventaires de terrain, sont donc potentiellement présentes dans la zone d'étude.

- Transects

La présence de chimpanzés sur la concession, signalée lors des entretiens auprès des communautés locales, a été confirmée par des observations de plusieurs indices de présence indirectes le long des transects: nids, fèces et restes d'aliments.

Un total de cent quarante nids de chimpanzés ont été répertoriés durant les prospections. Aucune observation directe de chimpanzés n'a été faite par cette méthode d'inventaire. L'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) des nids de chimpanzés pour cette étude est globalement d'environ 2,44 nids de chimpanzés par kilomètre. Cependant, cet indice peut varier selon les secteurs, comme c'est le cas pour ceux situés au Nord-Ouest de la zone d'étude, soit le long de la rivière Falémé et proche des infrastructures Malikoundi (carte 4.2.6). Les résultats démontrés par l'IKA démontrent une forte présence des chimpanzés dans ce secteur de la zone d'étude (tableau 3 de l'annexe 4.2.9).

Par ailleurs, la majorité des nids observés pendant les prospections sont répertoriés comme très vieux (41%), mais le cumul des pourcentages de nids frais et récents était très élevé (43,3%) si on le compare aux travaux de Thiam (2015). En effet, les résultats de cette étude ont révélé que dans la zone de Kédougou, sur environ 200 nids observés en saison des pluies, seuls 16% des nids rencontrés étaient frais ou récents, ce qui supporte une présence actuelle des chimpanzés dans le secteur. Par ailleurs, une forte corrélation a été relevée entre la présence de nids dans des arbres et la proximité de Baobab avec des fruits mûrs.

- Pièges photographiques

Les images obtenues à partir de ces captures photographiques ont permis de confirmer la présence de 19 espèces de mammifères dans la zone d'étude, dont le chimpanzé d'Afrique occidentale (photo 4.2.21), et deux autres espèces à statut précaire, soit l'hippopotame amphibie et le babouin de Guinée (carte 4.2.6). Le piégeage photographique a permis d'apporter une confirmation de la présence du guib harnaché et de l'hippopotame amphibie, identifiés en 2015, sur la base d'indices de présence.

Une part importante de ces espèces n'a pas été inventoriée lors des observations de terrain réalisées en 2015 et 2017 le long des transects, parmi lesquelles on peut citer la civette (*Civettictis civetta*), le serval (*Leptailurus serval*), le ratel (*Mellivora capensis*), la mangouste rayée (*Mungos mungo*), la mangouste à queue blanche (*Ichneumia albicauda*) ainsi que la mangouste des marais (*Atilax paludinosus*).



Photo 4.2.21 Trois individus de chimpanzés (*Pan troglodytes verus*) capturés par une caméra dans le Nord- Est de la zone d'étude

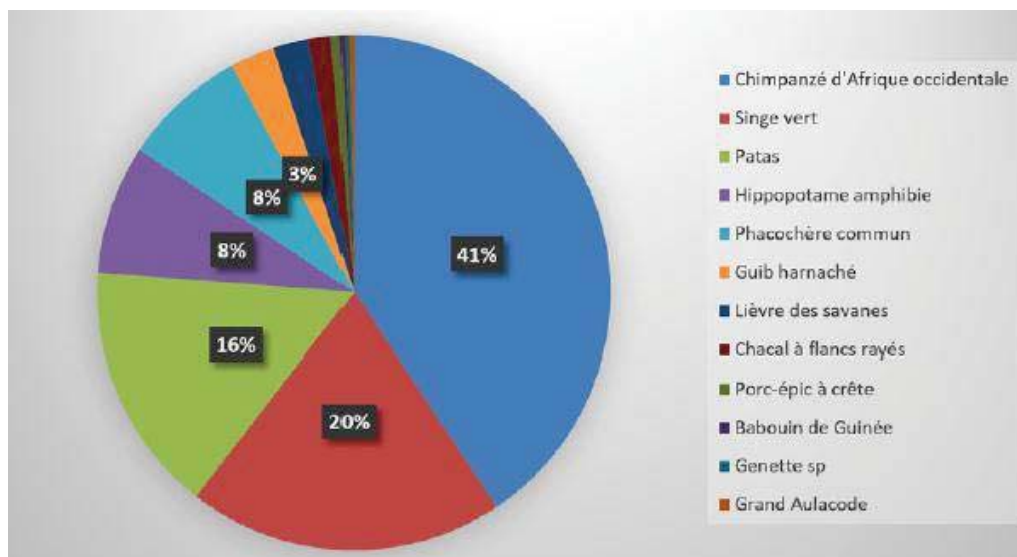
Par ailleurs l'analyse des résultats des pièges photographiques a permis de démontrer clairement que les forêts galeries représentent l'habitat ayant le niveau de biodiversité le plus élevé, considérant que 18 espèces y ont été identifiées, et où le plus grand nombre de déclenchements photographiques concernant les mammifères sont survenus. En effet seulement une quinzaine de déclenchements ont eu lieu dans chaque habitat de type forêt claire et savane arborée, tandis que 85 déclenchements positifs ont été relevés en forêt galerie.

- Observations complémentaires de mammifères

Au total, 20 espèces de mammifères ont été identifiées lors des inventaires de 2017 (transects+pièges photographiques; carte 4.2.7), ce qui porte le nombre total d'espèces confirmées dans la zone d'étude à 22 mammifères, en incluant les résultats décrits lors des inventaires réalisés en 2015 (petits mammifères inclus). Plusieurs espèces supplémentaires ont ainsi été ajoutées à la liste des espèces de grands et moyens mammifères présents dans la zone d'étude, incluant le chimpanzé, le chacal, le grand aulacode, le babouin de guinée et la civette.

Sur un total de 136 données, toutes sources confondues, l'espèce majoritaire est le chimpanzé d'Afrique occidentale avec 41 % des observations (figure 4.2.5). Le singe vert est la deuxième espèce la plus commune avec 20 % des observations. Le patas (singe rouge) succède avec 16 % des données tandis que seules deux autres espèces dépassent 5 % du total d'observations, soit l'hippopotame amphibie (8 %) et le phacochère commun (8 %). Finalement, l'étude complémentaire réalisée en 2017 visant à confirmer la

présence de chimpanzés a également révélé une très forte richesse spécifique de mammifères concentrée dans le secteur nord-ouest de la zone d'étude (cartes 4.2.6 et 4.2.7).



Source : Sylvatrop Consulting (2018)

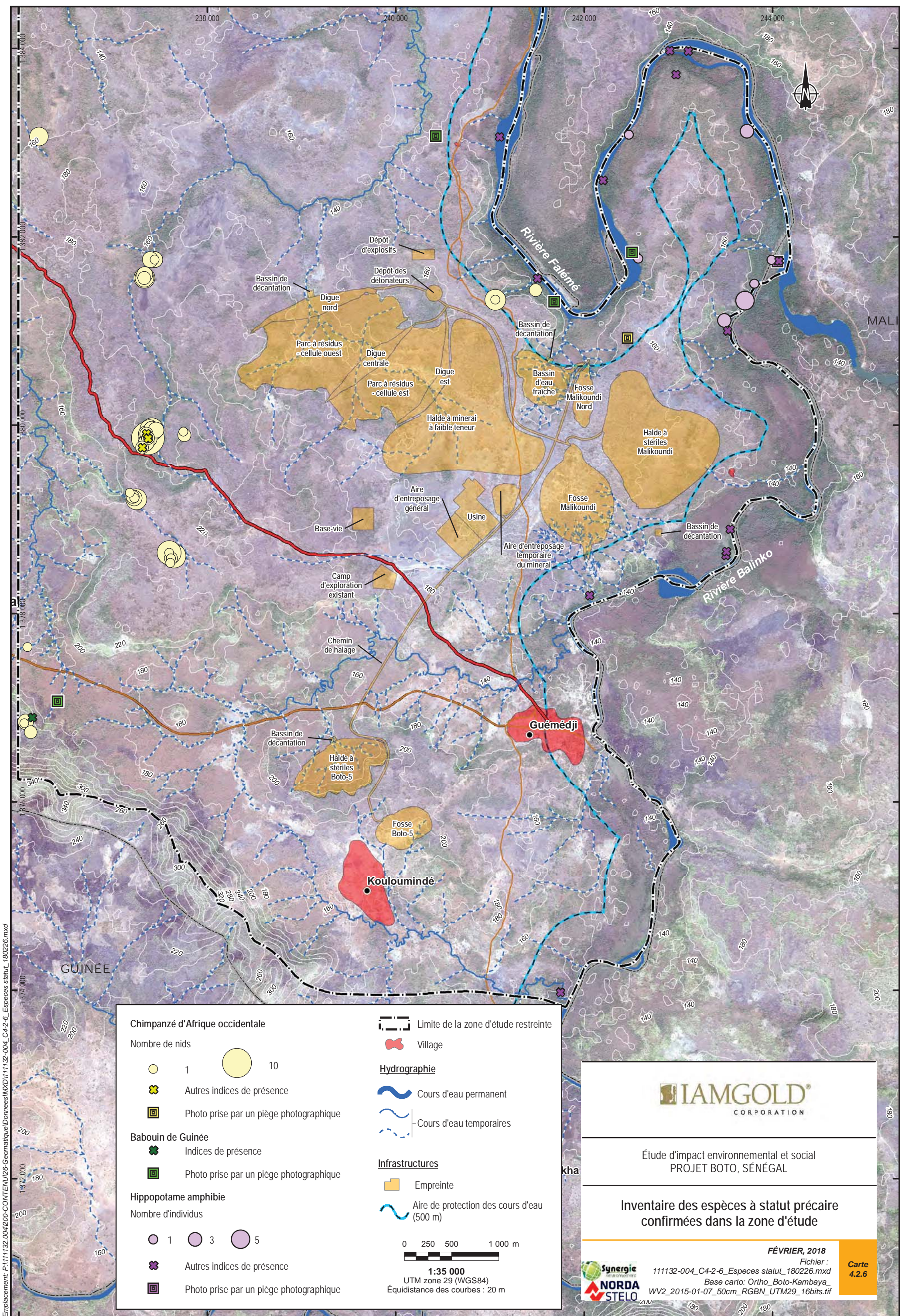
Figure 4.2.5 Répartition du nombre de données par espèce de mammifères

4.2.4 Analyse des services écosystémiques

4.2.4.1 Généralités

La biodiversité est à la base d'innombrables services environnementaux qui assurent notre existence et celle de l'environnement naturel, depuis l'approvisionnement en eau potable et les services reliés aux bassins hydrographiques, jusqu'au recyclage des substances nutritives et la pollinisation. Ces services dits « écosystémiques » comprennent :

- La formation des sols et la préservation de leur fertilité (par les cycles des substances nutritives);
- La production primaire par le biais de la photosynthèse comme fondement du soutien de toute forme de vie;
- La fourniture d'aliments, de combustibles et de fibres;
- La fourniture d'abris et de matériaux de construction;
- La régulation des débits d'eau et le maintien de la qualité de l'eau;
- La régulation et la purification des gaz atmosphériques;
- La modération du climat et des conditions météorologiques;
- La détoxification et la décomposition des déchets;
- La pollinisation des plantes, y compris celle d'un grand nombre de cultures végétales;
- Le contrôle des parasites et des maladies;
- La conservation des ressources génétiques (qui sont des éléments clés pour la création d'espèces végétales, de races de bétail, de médicaments, etc.).



Chimpanzé d'Afrique occidentale

Nombre de nids
 1 (small yellow circle) 10 (large yellow circle)

Autres indices de présence (yellow star)
 Photo prise par un piège photographique (yellow square)

Babouin de Guinée
 Indices de présence (green star)
 Photo prise par un piège photographique (green square)

Hippopotame amphibie
 Nombre d'individus
 1 (small purple circle) 3 (medium purple circle) 5 (large purple circle)
 Autres indices de présence (purple star)
 Photo prise par un piège photographique (purple square)

Limite de la zone d'étude restreinte (dashed line)
 Village (red house icon)

Hydrographie
 Cours d'eau permanent (solid blue line)
 Cours d'eau temporaires (dashed blue line)

Infrastructures
 Empreinte (orange rectangle)
 Aire de protection des cours d'eau (500 m) (blue wavy line)

0 250 500 1 000 m
 1:35 000
 UTM zone 29 (WGS84)
 Équidistance des courbes : 20 m

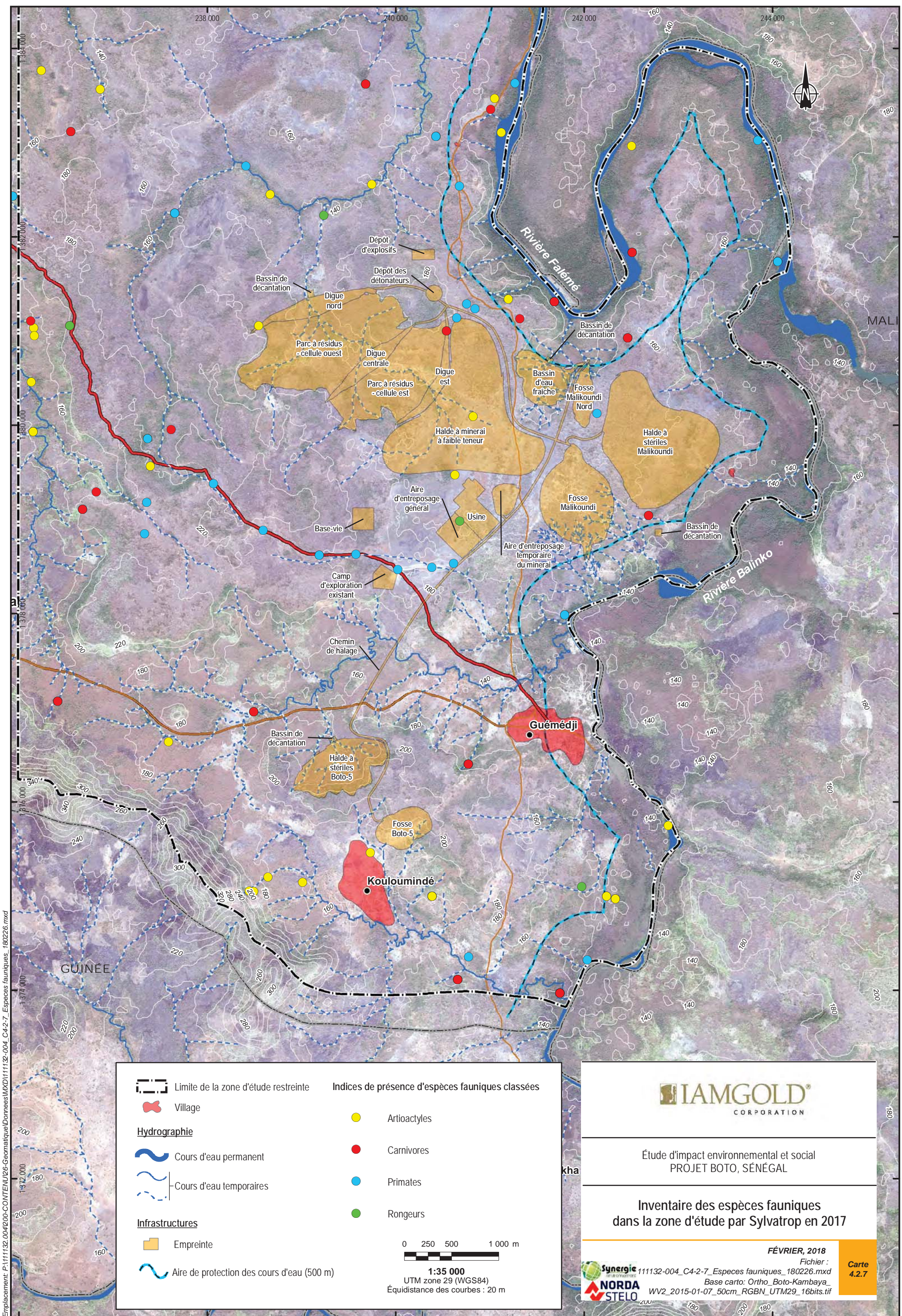


Étude d'impact environnemental et social
 PROJET BOTO, SÉNÉGAL

Inventaire des espèces à statut précaire confirmées dans la zone d'étude

FÉVRIER, 2018
 Fichier : 111132-004_C4-2-6_Especies statut_180226.mxd
 Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif
 Synergie
 NORDA STELO
 Carte 4.2.6

Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Dommes\MXD\111132-004_C4-2-6_Especies statut_180226.mxd



Emplacement: P:\111132-004\200-CONTENU\26-Geomatique\Donnees\MXD\111132-004_C4-2-7_Especies fauniques_180226.mxd

	Limite de la zone d'étude restreinte	Indices de présence d'espèces fauniques classées
	Village	
Hydrographie		
	Cours d'eau permanent	
	Cours d'eau temporaires	
Infrastructures		
	Empreinte	
	Aire de protection des cours d'eau (500 m)	

0 250 500 1 000 m
1:35 000
 UTM zone 29 (WGS84)
 Équidistance des courbes : 20 m

IAMGOLD
CORPORATION

Étude d'impact environnemental et social
PROJET BOTO, SÉNÉGAL

**Inventaire des espèces fauniques
dans la zone d'étude par Sylvatrop en 2017**

FÉVRIER, 2018
 Fichier :
 Base carto: Ortho_Boto-Kambaya_
 WV2_2015-01-07_50cm_RGBN_UTM29_16bits.tif

NORDA
STELO

Carte 4.2.7

En résumé, les services écosystémiques sont les multiples avantages que la nature apporte à la société et ils se divisent en quatre catégories (SFI, 2012) et sont présentés dans le tableau 4.2.32.

Les services écosystémiques rendus aux personnes sont souvent rendus possibles grâce à la biodiversité et, de ce fait, les impacts sur la biodiversité peuvent souvent nuire à la prestation de ces services (SFI, 2012).

Tableau 4.2.32 Catégories de services écosystémiques

Services	Description	Exemple de services
Services d’approvisionnement	Permettent aux personnes d’obtenir des biens par l’entremise des écosystèmes.	La nourriture, l’eau douce, le bois, les fibres, les plantes médicinales.
Services de régulation	Sont les avantages dont bénéficient les personnes grâce à la régulation attribuable aux processus écosystémiques.	La purification de l’eau de surface, le stockage et la séquestration du carbone, la régulation du climat, la protection contre les catastrophes naturelles.
Services culturels et sociaux	Sont les bénéfices non-matériels que tirent les personnes à partir des écosystèmes à travers l’enrichissement spirituel, développement cognitif, réflexion, création, expériences esthétiques, etc.	Sites sacrés et les zones d’une grande importance pour le divertissement et le plaisir esthétique.
Services de support	Sont les processus naturels nécessaires pour le maintien de tous les autres services.	La formation du sol, le cycle des nutriments et la production primaire

4.2.4.2 Approche méthodologique

Le cadre de l’analyse des services écosystémiques vise à définir les services fournis par les habitats présents dans la ZE pour ultimement identifier des mesures de prévention, de protection, d’atténuation et de compensation environnementales qui visent à limiter les impacts du projet.

La méthodologie adoptée dans la présente étude prend en compte les recommandations de la norme de Performance 6 de la SFI (2012). La norme préconise l’identification des services écosystémiques prioritaires lorsqu’un projet est susceptible d’avoir un impact négatif sur les services écosystémiques. Ceci permet d’identifier les mesures d’atténuation spécifiques et ainsi d’éviter, de limiter ou de compenser les impacts sur les habitats comportant des services écosystémiques prioritaires. Les documents produits par la WRI (2009, 2013) sur l’évaluation des services écosystémiques ont aussi été utilisés afin d’élaboration l’approche méthodologique décrite ci-après.

L’approche méthodologique utilisée comprend les étapes suivantes :

- 1) Définir les habitats présents dans la zone d’étude susceptible de rendre des services écosystémiques;
- 2) Identifier les services potentiellement rendus dans la ZE et établir les critères d’évaluation pour chacun des services identifiés;
- 3) Déterminer l’importance des services afin d’établir la valeur de la pondération;
- 4) Évaluer le potentiel que chacun des services soient rendus par chaque habitat;
- 5) Attribuer la capacité de chacun des habitats à rendre des services écosystémiques.

Les habitats pris en compte dans l’analyse écosystémique regroupent les formations végétales définies dans la section 4.2.1 ainsi que les habitats aquatiques qui sont représentés par l’ensemble des cours d’eau et thalwegs parcourant la zone d’étude. Les habitats pris en compte sont ainsi les suivants :

- Savane herbeuse;
- Savane arbustive à boisée;
- Forêt claire;
- Forêt galerie;
- Habitat aquatique (cours d'eau et thalwegs).

L'analyse écosystémiques des habitats présents de la zone d'étude repose sur l'analyse des services qui peuvent être potentiellement rendus à l'échelle de la zone d'étude et sur lesquels le projet peut avoir une influence. Ainsi, les services rendus à l'échelle mondiale ou régionale tel que spécifié dans la norme de performance 6⁴ ne sont pas inclus dans la présente analyse. Les services écosystémiques potentiellement rendus par les habitats de la zone d'étude sont les suivants :

- L'approvisionnement en eau pour des usages domestiques, industriels ou agricoles;
- La transhumance et le pâturage;
- Les cultures pluviales;
- Le prélèvement de gibiers par la chasse et des ressources halieutiques (pêche);
- L'approvisionnement en bois de chauffe et de produits de cueillette;
- La régulation des eaux de ruissellement, des crues et de la recharge des nappes phréatiques;
- Le contrôle de l'érosion par la végétation;
- Le support des autres services par le maintien de l'écosystème et de la biodiversité.

Une **pondération** est associée à chacun des services et est définie selon leur importance. Trois classes d'importance de services peuvent ultimement être attribuées aux habitats soit faible (1), moyenne (2) ou prioritaire (3). Les services écosystémiques prioritaires sont définis dans la Norme de performance 6 comme étant (i) les services sur lesquels les activités du projet sont le plus susceptibles d'avoir un impact et, par conséquent, de se traduire par des impacts négatifs sur les communautés affectées (ex. subsistance, santé, etc.); et/ou (ii) les services dont le projet dépend directement pour ses activités (par exemple, l'eau).

Ainsi, les **services écosystémiques qui sont jugés prioritaires** sont les suivantes :

- L'approvisionnement en eau;
- Transhumance et pâturage;
- Le prélèvement de gibiers par la chasse et des ressources halieutiques (pêche);
- L'approvisionnement en bois de chauffe et en produits de cueillette;
- La régulation des eaux.

4.2.4.3 Résultats de l'analyse des services écosystémiques

Les résultats de l'analyse des services écosystémiques potentiellement rendus par les habitats présents dans la zone d'étude sont fournis au tableau 4.2.33.

Les habitats qui présentent le plus fort potentiel à offrir des services écosystémiques sont les suivants :

- La savane arbustive à boisée;
- Les milieux aquatiques qui regroupent les cours d'eau (la Falémé, le Balinko et cours d'eau secondaires) et les thalwegs.

La **savane arbustive à boisée** démontre un potentiel élevé à rendre de nombreux services écosystémiques, notamment pour les ressources fournies par la culture pluviale, ainsi que par l'approvisionnement en produit de chasse, de la pêche, de bois de chauffe, de bois d'œuvre et produits de cueillette. Cet habitat

⁴ Les exigences de la norme de performance 6 ne sont applicables que lorsque le promoteur a le « contrôle direct sur la gestion ou une influence significative » sur de tels services (paragraphe NO134 dans SFI, 2012). Par conséquent, les services écosystémiques qui profitent à des bénéficiaires à l'échelle mondiale, et parfois à l'échelle régionale, ne sont pas couverts par cette norme.

présente aussi la plus forte capacité à supporter d'autres services écosystémiques, appelé service de support.

Les **habitats aquatiques** présentent un potentiel élevé à offrir deux des services écosystémiques jugés prioritaires, soient les services d'approvisionnement en eau, en poisson et de régulation des eaux. Ils permettent ainsi de fournir les eaux de surface nécessaires pour les usages domestiques, agricoles et industriels actuel et futur, tel que pour le projet minier. Les cours d'eau et thalwegs jouent aussi un rôle important dans la régulation des eaux de ruissellement, des crues et de la recharge des nappes phréatiques. En termes de service écosystémique, les habitats aquatiques revêtent ainsi d'une importance particulière.

Dans le cas de la **savane herbeuse, de la forêt claire et de la forêt galerie**, leur potentiel à rendre des services écosystémiques est dans l'ensemble jugé moyen. Ces habitats offrent tout de même différents services écosystémiques, dont certains jugés prioritaires. Par exemple, la savane herbeuse est celle offrant le plus fort potentiel de service en lien avec l'élevage du bétail par la transhumance et le pâturage. Les services rendus par la forêt galerie incluent principalement les services d'approvisionnement (gibier, bois de chauffe, cueillette) et de contrôle de l'érosion. La forêt galerie est notamment le type d'habitat offrant le plus fort potentiel de pourvoir au prélèvement de gibier par la chasse (CSE, 2010b). La végétation des forêts galeries empêche les pertes de sols en bordure des cours d'eau ce qui contribue fortement au contrôle de l'érosion.

Notons cependant que les activités anthropiques actuelles dans la ZE peuvent menacer la pérennité des services écosystémiques rendus dans la ZE. Les perturbations du milieu naturel incluent notamment l'orpaillage, les brûlis, le défrichement agricole et le surpâturage. Il est connu que les causes de la dégradation des formations forestières au Sénégal sont liées aux activités anthropiques, en plus des causes naturelles (ex. sécheresse) et d'ordre institutionnel et juridique (ex. réglementation inexistante, non ou mal appliquée) (Boyé, 2001).

En somme, les habitats offrant le plus fort potentiel à rendre des services écosystémiques devront faire l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des impacts et de l'élaboration des mesures d'atténuation pour le projet. Les services rendus dans la ZE et jugés prioritaires (approvisionnement en eau, régulation de l'eau et approvisionnement en ressources diverses pour les communautés) seront aussi pris en compte lors de l'analyse des impacts.

Tableau 4.2.33 Analyse de la capacité des habitats dans la zone d'étude à rendre des services écosystémiques

Catégorie de service	Services potentiels ou critères	Pondération ^(h)	Barème pour le pointage	Pointage par type d'habitat				
				Savane herbeuse	Savane arbustive à boisée	Forêt claire	Forêt galerie	Habitats aquatiques (cours d'eau et thalwegs)
Services d'approvisionnement	Prélèvement d'eau de surface pour des usages domestiques, industriels ou agricoles	3	1- Potentiel faible ou nul 2- Potentiel moyen 3- Potentiel élevé	1	1	1	1	3
	Transhumance et pâturage	3	1- Potentiel faible ou nul 2- Potentiel moyen 3- Potentiel élevé	3	2	1	1	1
	Culture pluviale	1	1- Non utilisé 2- Superficie utilisée pour la culture pluviale de > 0 à 100 ha 3- Superficie utilisée pour la culture pluviale > 100 ha	81 ha	352 ha	20 ha	61 ha	0 ha
				2	3	2	2	1
	Prélèvement de gibier (chasse) ou de ressources halieutiques (pêcheries) ^(g)	3	1- Potentiel faible ou nul 2- Potentiel moyen 3- Potentiel élevé	1	2	2	3	3
Collecte de bois de chauffe et de produits de cueillette ^(g)	3	1- Potentiel faible ou nul 2- Potentiel moyen 3- Potentiel élevé	1	3	2	2	1	
Services de régulation	Régulation des eaux ^(b) (ruissellement, crue, recharge des nappes phréatiques)	3	1- Peu favorable (ex. sols latéritiques) 2- Moyennement favorable (habitat boisé ou semi-boisés, sols plus perméables) 3- Très favorable (thalwegs et cours d'eau)	1	2	2	2	3
	Contrôle de l'érosion ^(c)	1	1- Milieu peu favorable 2- Milieu moyennement favorable 3- Milieu très favorable	1	2	2	3	1
Service de support ^(a)	Superficie totale relative ^(d) (% occupation de l'habitat dans la ZE)	1	1- Occupe moins de 30 % 2- Occupe entre 30 % et 70 % 3- Occupe plus de 70 %	13,5%	73,4%	3,7%	5,2%	0,7%
				1	3	1	1	1
	Présence d'espèces végétales menacées ou vulnérables ^(e)	1	1- Aucune occurrence 2- 1 à 5 espèce(s) à statut répertoriée(s) 3- Plus de 5 espèces à statut répertoriées	1 sp.	14 sp.	1 sp.	11 sp.	0 sp.
Morcellement de l'habitat ^(f)	1	1- Élevé (> 5 îlots/100 ha d'habitat) 2- Moyen (1 à 5 îlots/100 ha d'habitat) 3- Faible (< 1 îlot/100 ha d'habitat)	2,6 îlots /100 ha	0,5 îlot /100 ha	6,1 îlots /100 ha	5,1 îlots /100 ha	(évaluation qualitative)	
			2	3	1	1	3	
Total brute :				15	24	16	19	18
Total pondéré :				29	44	32	37	40
Potentiel à rendre des services écosystémiques⁽ⁱ⁾ :				Moyen	Élevé	Moyen	Moyen	Élevé

- Notes**
- (a) Regroupe les processus naturels et caractéristiques de l'habitat qui assurent le soutien des autres services écosystémiques.
- (b) Influence des écosystèmes sur le rythme et l'ampleur du ruissellement, des crues et de la recharge de nappes phréatiques, notamment en matière de potentiel de stockage des eaux dans l'écosystème ou
- (c) Rôle joué par le couvert végétal sur la rétention des sols. La végétation (herbacée ou boisée) empêche les pertes de sols sous l'action du vent ou de la pluie. Les forêts sur les pentes maintiennent le sol en place,
- (d) Le pointage augmente en fonction de la superficie de l'habitat puisque plus il est grand, plus la contribution de ses fonctions et services écologiques est importante. Il est à noter que 3,6% de la ZE est aussi occupée
- (e) Le maintien de la biodiversité contribue à améliorer le potentiel de l'habitat à rendre un service de support.
- (f) Plus l'habitat présente une forte connectivité (faiblement morcellé), plus son potentiel de rendre des services de support est élevé. Le morcellement est évalué en divisant le nombre de fragment ou "îlot" d'un habitat donné par sa superficie totale occupée dans la ZE.
- (g) Évaluation basée entre autres sur le rapport de CSE (2010b) et de l'habitat préférentiel des espèces potentiellement utilisées par la communauté locale.
- (h) Chaque critère est associé à une pondération qui varie de 1 à 3. La pondération est basée sur la classe d'importance attribuée au service en fonction de la possibilité que le projet ait un impact sur ce service. La valeur 3 correspond à un service "prioritaire". Les services écosystémiques prioritaires sont définis dans la Norme de performance 6 de la SFI comme étant (i) les services sur lesquels les activités du projet *sont le plus susceptibles d'avoir un impact* et, par conséquent, de se traduire par des impacts négatifs sur les communautés affectées; et/ou (ii) les services dont le projet *dépend directement pour ses activités* (par exemple, l'eau).
- (i) Chaque habitat se voit accorder une note totale qui est la somme des valeurs pondérées attribuées pour chaque critère. Un maximum total de 60 points peut être accumulé. Le **potentiel d'un habitat à rendre des services écosystémiques** peut ainsi varier de **faible (0 à 19), moyen (20 à 39) à élevé (40 à 60)**.

4.3 COMPOSANTES SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'information présentée dans les sections 4.3.1 à 4.3.2.4 est tirée d'une étude socio-économique de base (ESEB) préparée par l'équipe de Synergie Environnement du Sénégal. La section 4.3.2.5 est issue de l'étude de référence sur l'orpillage dans les limites du permis de Boto (Intersocial, 2016).

Il importe de souligner que, depuis la réalisation des études de Synergie Environnement et d'Intersocial réalisées en 2016, certains événements ont modifié le portrait démographique et socio-économique ainsi que l'occupation de l'espace et du sol de la zone d'étude.

En effet, en 2017, le hameau de Diakha-Sénégal situé dans la zone faisant l'objet d'un litige entre le Sénégal et la Guinée-Conakry a été officiellement reconnu comme étant partie intégrante du territoire guinéen. Depuis ce temps, l'État sénégalais a entrepris de réinstaller les anciens résidents de Diakha-Sénégal qui souhaitait demeurer rattaché au pays. Un projet de recasement a été mis en branle et un site d'un peu plus d'une dizaine d'hectares a été aménagé pour recevoir la population. Le lieu choisi pour la création de la nouvelle localité de Diakha-Guémedji (que certains habitants auraient rebaptisé Diakha-Macky) est situé tout juste à l'ouest de la limite de la zone d'étude restreinte définie pour le présent projet, donc hors de celle-ci. Il est à noter que le village est traversé par la route reliant Boféto à Guémedji.

Comme la réinstallation s'est amorcée en avril 2017 et qu'elle se poursuivait toujours à la fin de l'année 2017, il n'a pas encore été possible d'y réaliser une enquête socio-économique. On sait toutefois qu'au terme de l'opération de recasement, Diakha-Guémedji sera notamment doté d'une mosquée, d'un poste de santé, d'une école et d'un terrain de sport, à l'ouest de la route, ainsi que d'un forage, à l'est de cette même route. Selon le Programme d'Urgence de Modernisation des Axes et Territoires Frontaliers (PUMA), le nouveau village devrait éventuellement avoir accès à l'électricité via des panneaux solaires et être doté d'un poste frontalier mixte pour abriter la gendarmerie, la police, la douane et des services des Eaux et Forêts. Des périmètres maraîchers seront également mis à la disposition de la population du village.

Bien que les informations présentées dans la section 4.3 à propos de Diakha-Guémedji soient basées sur les enquêtes réalisées avant le recasement, cette situation n'affecte pas l'analyse des impacts, l'identification de mesures d'atténuation ou encore l'élaboration du plan de suivi et de surveillance du projet. Lorsque requis, la présence du nouveau hameau de Diakha-Guémedji a toutefois été prise en considération dans la présente étude d'impact.

4.3.1 Contexte administratif

La propriété Boto est localisée dans l'extrême sud-est du Sénégal, dans la région de Kédougou, dans le département de Saraya, l'arrondissement de Bembou et plus précisément dans la Communauté Rurale (CR) de Madina Baffé (carte 4.3.1).

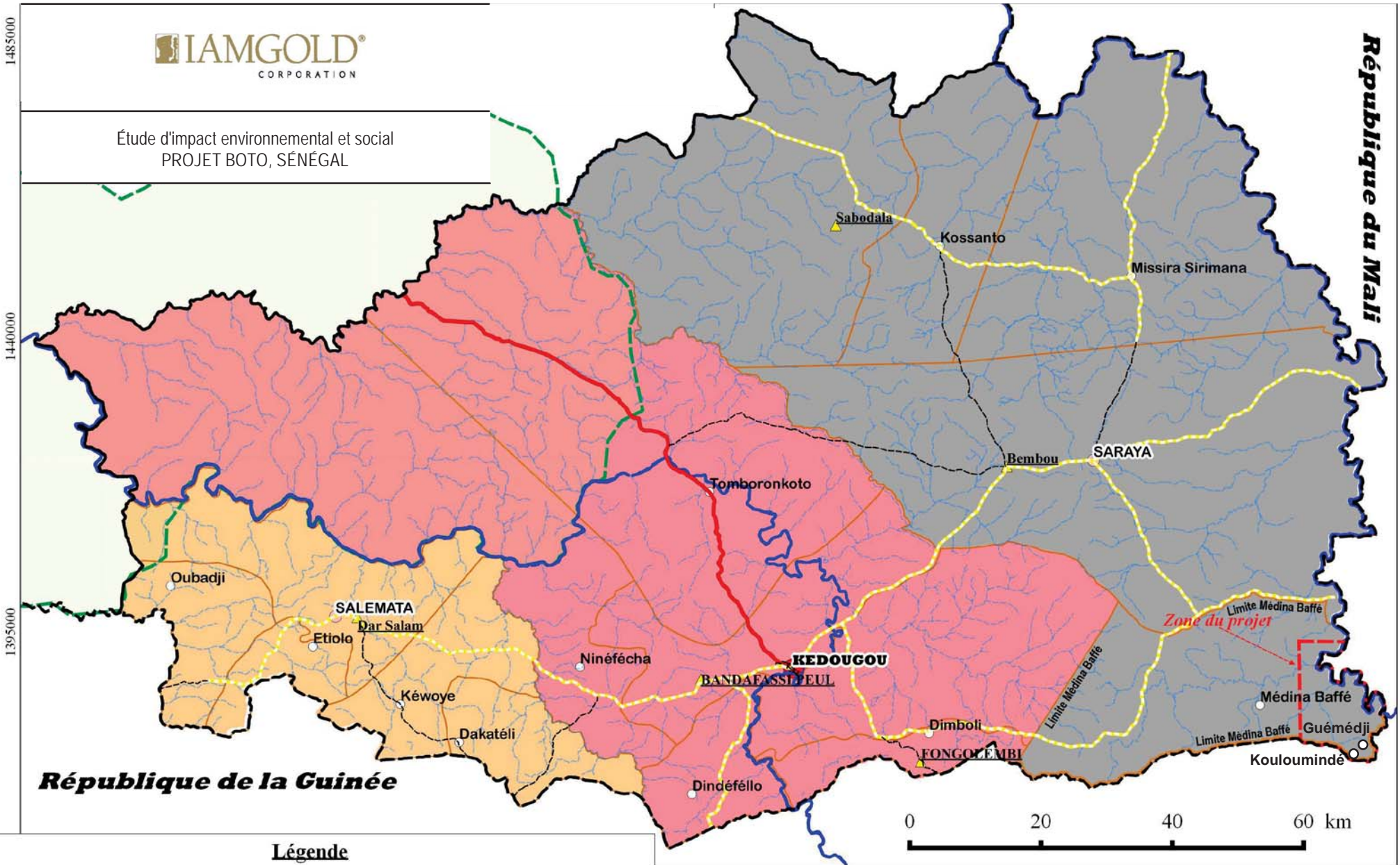
La région de Kédougou, l'une des 14 régions administratives du Sénégal se situe à la frontière du Mali et de la Guinée. Elle fait partie de la toute nouvelle génération de régions créées par la loi 2008-14 du 18 mars 2008 modifiant la loi du 1^{er} février 1972 portant organisation de l'Administration Territoriale et Locale. Couvrant un territoire de 16 896 km², la région de Kédougou compte trois départements administratifs qui sont Kédougou, Salemata et Saraya, lequel inclut la Communauté Rurale (CR) de Madina Baffé.

Pour sa part, la CR de Madina Baffé s'étend sur une superficie de 965,8 km². Elle est limitée à l'est par la République du Mali, au sud et sud-est par la République de Guinée-Conakry, à l'ouest par la CR de Dimboli et au nord par celle de Bembou.

4.3.2 Portrait démographique et socio-économique

4.3.2.1 La Région de Kédougou

Avec une population de 151 357 habitants en 2013 selon les résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE), la région de Kédougou ne représente que 1,1% de la population du Sénégal. Du point de vue démographique, la région occupe la dernière place de toutes les régions du Sénégal. Pour l'année 2016, l'Agence Nationale de Statistique et de la Démographie (ANSD) a estimé la population totale de la région à 166 907 habitants alors qu'à l'horizon 2025 les effectifs totaux de la région de Kédougou devraient s'établir à 225 544 habitants (figure 4.3.1).



République de la Guinée

Légende

Réseau routier

- Route nationale
- - - Route départementale
- - - - Piste

Réseau hydrographique

- Cours d'eau temporaire
- Cours d'eau permanent

Localité

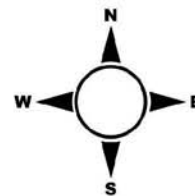
- Chef lieu de région
- Chef lieu de département
- ▲ Chef lieu d'arrondissement
- Chef lieu de commune (ex CR)

Aires protégées

- Parc de Niokolokoba

Limites administratives

- communes
- Département Kédougou
- Département Salémata
- Département Saraya
- Région de Kédougou



Découpage administratif



FÉVRIER, 2018
Fichier : 111132_C4-3-1_decoup_adm_180208.mxd
Source : Carte administrative de la région de Kédougou; DTGC; février 2016

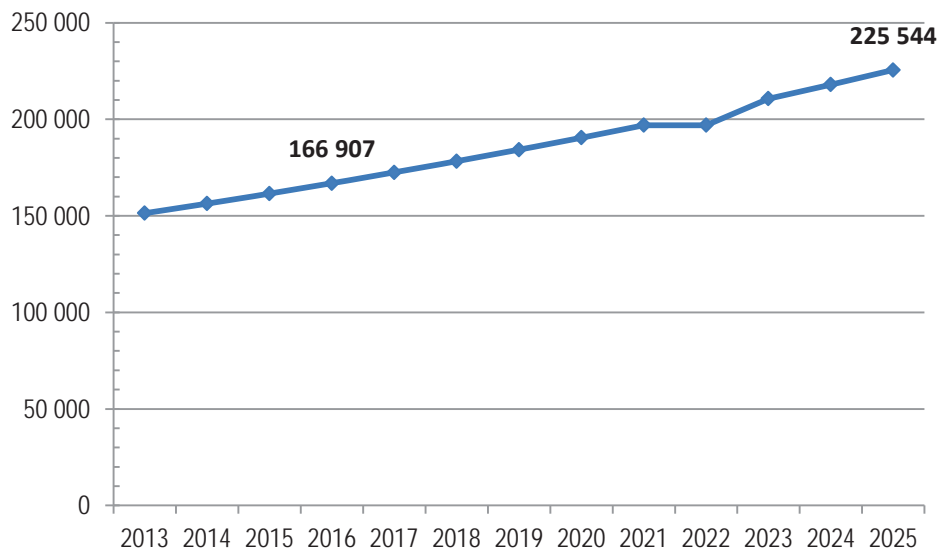


Figure 4.3.1 Projection de la population de la région de Kédougou, 2013-2025

En 1976, lors du premier Recensement Général de la Population, la région de Kédougou (ancien département) comptait une population de 63 549 habitants. Celle-ci a connu une lente croissance entre 1976 et 1988 (71 125 habitants) avant d’amorcer une phase d’accroissement (2,7 %) au-dessus de la moyenne nationale entre 1988 et 2002. L’augmentation de la population s’est accélérée entre 2002 et 2013 pour atteindre une moyenne de 3,5 % par an pour l’ensemble de la période⁵.

En raison principalement de l’attraction exercée par l’exploitation minière, Kédougou accueille un nombre important de populations venues tant des autres localités du pays que de la sous-région ouest africaine. Les Guinéens, Maliens, Burkinabé, Nigériens, Ghanéens etc. constituent l’essentiel de la population étrangère à Kédougou comme dans les zones minières.

Selon les résultats du RGPHAE de 2013, la population est à 52 % constituée d’hommes (tableau 4.3.1). Le rapport global de masculinité est de 108,8, ce qui signifie qu’on compte 109 hommes pour 100 femmes; à noter que les hommes sont plus nombreux que les femmes pour la majorité des groupes d’âge recensés. La forte immigration masculine d’ouvriers travaillant dans les sites d’orpaillage ne serait pas étrangère à ce phénomène.

La population régionale est relativement très jeune puisque la moitié des effectifs est âgée de moins de 18 ans (tableau 4.3.1). La population potentiellement active, soit celle âgée de 15-64 ans représente 52 %. Pour sa part, la population des moins de 15 ans fait 42 % alors que celle des personnes âgées de 65 ans et plus s’établit à 6 %.

⁵ Durant cette décennie, la croissance démographique de la région de Kédougou fût non seulement l’une des plus élevées du Sénégal mais elle surpassa également celle du pays (2,5 %).

Tableau 4.3.1 Population de la région de Kédougou en 2013, par groupes d'âge et sexe

Groupe d'âges	Masculin	Féminin	Ensemble
0-4 ans	12 845	12 175	25 020
5-9 ans	11 558	11 413	22 971
10-14 ans	9 795	8 769	18 564
15-19 ans	8 024	7 523	15 548
20-24 ans	7 006	6 542	13 548
25-29 ans	6 413	5 851	12 264
30-34 ans	5 201	4 189	9 390
35-39 ans	4 364	3 667	8 031
40-44 ans	3 320	2 899	6 218
45-49 ans	2 585	2 351	4 936
50-54 ans	2 322	2 181	4 504
55-59 ans	1 644	1 467	3 112
60-64 ans	1 443	1 387	2 831
65-69 ans	954	771	1 725
70-74 ans	722	652	1 374
75-79 ans	308	279	587
80 ans et plus	362	373	733
Total	78 867	72 490	151 357

A Kédougou, selon les résultats du RGPHAE, un enfant né en 2013 peut espérer vivre en moyenne 55 ans si la structure actuelle de la mortalité demeure la même. Comparée à la moyenne nationale qui est de 64,8 ans, Kédougou reste la région où la durée de vie est la plus courte du Sénégal.

La densité de la population régionale s'élève à 9 habitants au km² en 2013. Le département de Kédougou est toutefois nettement plus peuplé que les deux autres départements. Il concentre toujours plus de la moitié de la population régionale, soit 52 %. Il est suivi du département de Saraya (33 %) et enfin de Salemata (15 %).

Bien que le taux d'urbanisation de la population de la région de Kédougou soit en nette croissance, surtout depuis l'accession au titre de région en 2008, elle reste encore une zone rurale en 2013. En effet, la répartition de la population selon le milieu révèle que 75 % de la population vit en milieu rural. Ainsi, Kédougou demeure la région la moins urbanisée du Sénégal.

4.3.2.2 Le département de Saraya et les principales localités de la zone d'étude

Le département de Saraya est l'un des 45 départements du Sénégal et l'un des 3 départements de la région de Kédougou. Il a aussi été créé par un décret du 10 juillet 2008. Son chef-lieu est Saraya, qui est aussi la seule commune du département. Ses arrondissements sont les suivants: l'arrondissement de Bambou et l'arrondissement de Sabodala. L'arrondissement de Bambou compte deux communautés rurales à savoir Bambou et Médina Baffe, site de la propriété Boto.

Selon les résultats définitifs du RGPHAE 2013, la population du Département de Saraya était de 50 724 habitants (tableau 4.3.2); cela représente 33,5 % de la population régionale (151 357 h) alors la part relative de Saraya n'était que de 29 % en 2002. Un peu plus de 40 % de la population du département était recensée dans l'arrondissement de Bambou. La commune de Saraya, chef-lieu du département, comptait à peine plus de 2 700 habitants soit beaucoup moins que les communautés rurales de Medina Baffe (6 782 h.) et de Bambou (13 646 h.).

Tableau 4.3.2 Population totale et par sexe du département de Saraya et des principales localités de la zone d'étude en 2013

Localité	Population (RGPHAE 2013)				
	Homme	%	Femme	%	Total
Département de Saraya	27 488	54,2	23 236	45,8	50 724
Arrondissement de Bambou	10 645	52,1	9 783	47,9	20 428
Commune de Saraya	1 488	54,6	1 238	45,4	2 726
Communauté rurale (CR) de Medina Baffe	3 450	50,9	3 331	49,1	6 782
Communauté rurale (CR) de Bambou	7 194	52,7	6 452	47,3	13 646

Entre 2002 et 2013, le Département de Saraya a connu la plus forte hausse de population, avec une augmentation de 4,9 % par an, contrairement aux départements de Salemata et Kédougou dont la hausse fût moins marquée avec respectivement 2,7 % et 3 %. Cette tendance haussière traduit bien l'attrait exercé par ces territoires sur les populations en quête de revenus pour améliorer leur qualité de vie.

Pour l'année 2016, l'ANSD a estimé la population totale du département de Saraya à 55 935 habitants alors qu'en 2025 on prévoit que ses effectifs totaux seront de 75 586 habitants (figure 4.3.2). Les estimations des populations des principales localités de la zone d'étude sont également présentées sur la figure 4.3.2.

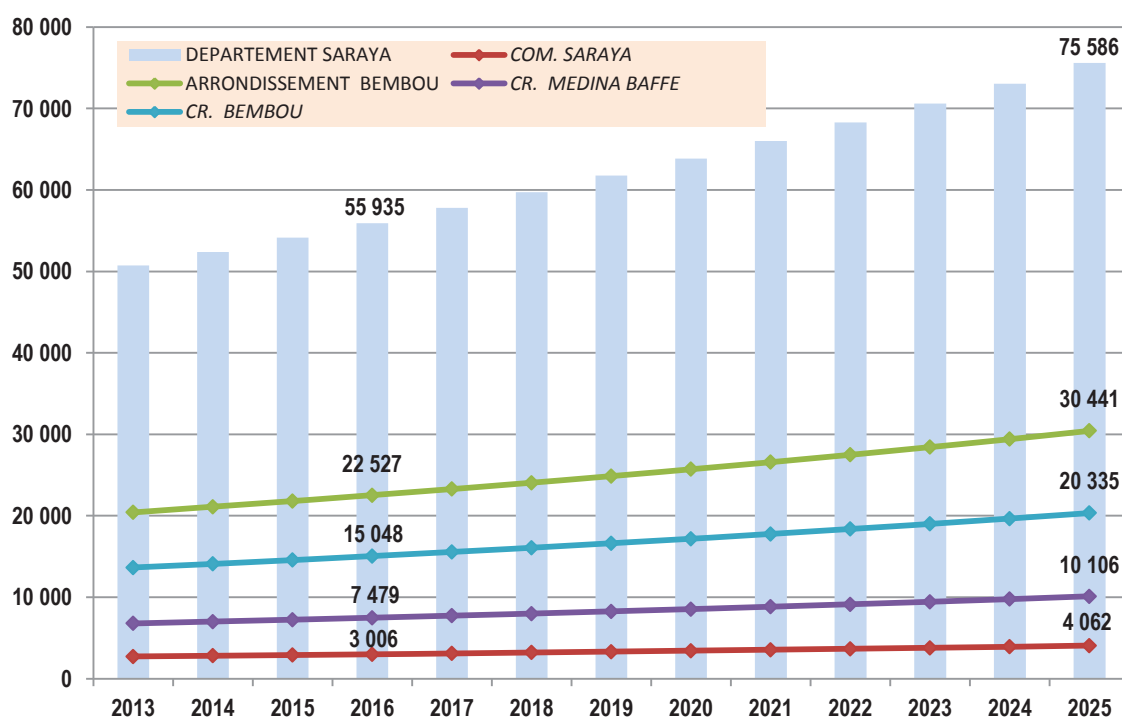


Figure 4.3.2 Population estimée du département de Saraya et des principales localités de la zone d'étude, 2013-2025

4.3.2.3 Les principales localités de la zone d'influence directe des activités

La zone d'influence directe des activités comprend le village de Guémedji et le hameau de Kouloumindé, qui sont les deux localités les plus près du site du projet Boto, ainsi que la ville de Saraya, en raison de la présence anticipée des travailleurs et de leur famille. Ces trois localités sont brièvement décrites ci-après.

LE VILLAGE DE GUÉMEDJI

Le village de Guémedji est l'un des plus grands villages officiels de la Communauté rurale (CR) de Medina Baffe. Créé il y a environ 2 siècles, il a la particularité d'être le village le plus oriental de sa circonscription

administrative. Guémedji compte cinq hameaux à savoir: Kouloumindé, Diakha-Guémedji (hameau relocalisé depuis avril 2017), Fadougou, Fandiandia et Botokhoto-Guémedji. Compte tenu de leur grande taille par rapport à la moyenne de la zone, les hameaux de Kouloumindé, de Diakha-Guémedji et de Fadougou pourraient constituer à chacun d'eux un village officiel.

En 2015, on estimait sa population à 1 700 habitants. Ces effectifs sont de beaucoup supérieurs aux 1 135 habitants dont le Plan local de développement (PLD) de 2010 faisait état. En fait, les 565 habitants supplémentaires représentent une hausse de presque 50 % qui serait essentiellement tributaire de l'attrait des zones aurifères. En effet, il semble que le village se peuple et se dépeuple à la faveur du niveau de productivité des sites d'orpaillages qui l'entourent. Ainsi, en 2009, le village aurait compté plusieurs milliers d'habitants car les diouras procuraient beaucoup d'or aux orpailleurs venus de partout. C'est donc un village à la population très flottante, un peu à l'image de la quasi-totalité des localités frontalières de la zone.

Guémedji est bordé à l'Est par la rivière Balinko, un affluent de la Falémé qui est également un lieu de lavage du minerai d'or tiré des diouras de Fadougou, Kouloumindé et autres. Au Nord, il y a les champs de cultures pluviales et quelques rizières à la faveur des nombreux affluents du Balinko sur la route de Boféto. À l'Ouest, sur la route de Noumoufoukha et Sonkhoya, se trouvent les champs tandis qu'au Sud sur la route de Kouloumindé, il est limité par une zone de cuirasse latéritique accidentée par endroit où se trouve également d'importants sites d'orpaillages aux environs du projet Boto (Boto 5 et Boto 6).

C'est un village où les activités commerciales et de services sont très diversifiées avec l'existence d'un restaurant, d'une boucherie, d'une dibiterie et d'une bijouterie, qui fabrique principalement des bijoux en argent⁶.

Au moment de la réalisation de l'enquête socio-économique, la taille du cheptel était de 200 bovins, 400 chèvres, 200 moutons et 6 ânes.

En 2016, Guémedji était doté de plusieurs infrastructures et équipements collectifs dont notamment les suivants :

- Trois forages à pompe manuelle dont deux fonctionnels;
- Une école primaire non clôturée de deux salles de classe en dur abritant quatre cours pédagogiques. Selon l'information recueillie, l'école comptait 163 élèves dont 75 filles et 88 garçons;
- Une case de santé non fonctionnelle ayant un Agent de Santé Communautaire (ASC) et une matrone, mais fréquentée par l'infirmier chef de poste (ICP) de Madina Baffé;
- Une grande mosquée construite en dur;
- Dix groupes électrogènes;
- Une antenne de la Sonatel permettant une couverture très satisfaisante du réseau mobile Orange.

LE HAMEAU DE KOULOUMINDÉ

Kouloumindé, créé au tournant des années 2000 en raison de la présence de pâturages et de terres cultivables, est l'un des trois gros hameaux du village de Guémedji. Il est situé à environ 4 km au Sud-Ouest de ce dernier, sur un site coïncé entre la chaîne de collines formant la frontière avec la Guinée à l'Ouest et au Sud, le plateau cuirassé à l'Est, un site d'orpaillage et la forêt située au Nord.

Selon le chef de hameau (représentant du chef de village de Guémedji), sa population était évaluée à 272 habitants en 2014. Toujours selon la même source, on y compte actuellement 30 ménages.

⁶ Ces bijoux en argent sont très prisés des orpailleurs qui les utilisent comme des talismans. C'est pourquoi leur valeur serait paradoxalement au moins deux fois supérieure de celle des villes comme Dakar.

À Kouloumindé l'habitat est aménagé de telle sorte que les champs de maïs, de manioc et d'arachide (champs de case) jouxtent les cases habitées. En saison sèche, ils servent d'enclos pour les bovins et les petits ruminants. Ce système qui intègre les préoccupations agricoles et pastorales dans un même espace permet d'amender les sols des champs les plus prisés et en même temps d'avoir une surveillance rapprochée du bétail.

Le hameau est caractérisé par l'importance de son cheptel (plus de 200 bovins en plus de 200 têtes de petits ruminants) et de ses cultures de vivrières comme le maïs, le sorgho, le riz qui, comme la culture arachidière et le manioc, tirent profit de sols argileux profonds. L'orpaillage y occupe également une place significative à la faveur de la présence d'un important site exploité dans les environs des gisements de Boto 5 et 6.

Kouloumindé est pauvre en infrastructures et équipements collectifs; on note toutefois la présence des suivants :

- Une école primaire, située au milieu du village et ayant une seule salle de classe, ainsi que deux écoles coraniques. C'est dernière ne sont cependant pas aménagées dans des bâtiments en dur;
- Une petite mosquée; le vendredi, les villageois vont prier à la grande mosquée de Guémedji.

Pour l'eau, les habitants de Kouloumindé s'approvisionnent à partir de puits traditionnels et d'un marigot. Enfin, il n'y a pas de case de santé dans le hameau.

LA VILLE DE SARAYA

Saraya est le chef-lieu de département du même nom. La Ville de Saraya est composée de quatre quartiers qui sont : le quartier Liberté, le quartier Mosquée, le quartier Sékhofara et le quartier Founsamba.

Le quartier Liberté est le quartier mère de Saraya. Avant la communalisation de Saraya, qui a donné naissance aux quatre quartiers, c'est le chef de ce quartier qui était le chef de village de Saraya. Ce quartier est pris en étau par les trois autres quartiers et sa seule extension possible se trouve au Nord. Son noyau central originel constitue la Médina de Saraya. L'information recueillie localement indique qu'il compte une quarantaine de ménages. C'est un quartier où il y a une réelle diversité ethnique; les Malinkés y sont toutefois plus nombreux que les Diakhankés et les Peulhs. Le quartier Liberté abrite l'essentiel des activités commerciales de même que l'ancien district sanitaire de Saraya (avant la construction du Centre Hospitalier en 2012). Le cheptel y est de petite taille avec environ 40 bovins et plus de 100 petits ruminants. L'approvisionnement en eau est assuré par deux forages manuels (actuellement non fonctionnels), un forage motorisé (fonctionnel), un puits traditionnel et une borne-fontaine publique.

Le quartier Mosquée doit son nom à la présence de la grande mosquée de la ville. Bien qu'il fasse partie des plus anciens quartiers de la ville, son avènement en tant que quartier date seulement de 2009. Son noyau central fait partie de la Médina de Saraya⁷. Au total, de 51 ménages composent le quartier Mosquée. Sa composition ethnique est similaire de celle des autres quartiers; Malinkés, Diakhankés et Peulhs constituent l'essentiel de sa population. D'autres ethnies y cohabitent toutefois pour des raisons professionnelles (Ouolof, Sérères, Toucouleurs, Bambara, etc.). Les principales activités économiques y sont l'agriculture et le commerce (notamment des boutiques et des restaurants); on note d'ailleurs que l'est du quartier est occupé par des champs de cultures pluviales. Le cheptel se compose de moins de 10 bovins, 50 petits ruminants et 15 ânes. L'approvisionnement en eau se fait via deux puits.

Le quartier Sékhofara est le plus important de Saraya du point de vue démographique. Le quartier compte 119 ménages. Les populations de ce quartier viennent principalement du quartier Mosquée, mais une autre partie est composée d'émigrés venus du Mali et de la Guinée. C'est l'étroitesse des quartiers comme

⁷ Tous les quartiers de Saraya ont une partie qui compose la Médina de Saraya; au centre de Saraya on est en face de tous les quartiers qui ont tous des extensions vers la périphérie.

« Mosquée » qui a poussé les fondateurs de ce quartier à venir s'installer à Sékhofara. Les premières habitations ont été installées en 1975, mais en tant que quartier, Sékhofara est fondé en 2009 suite à l'érection de Saraya en Commune. Le quartier prend sa source au cœur de la ville, pour ensuite s'étirer vers le Nord et l'Ouest en longeant la route de Bambou – Saraya. L'occupation de l'espace dans Sékhofara marque la volonté des populations de se rapprocher de leurs terres de cultures. Les activités économiques principales sont l'agriculture, l'orpaillage et le commerce. L'élevage se pratique également mais il est en phase de déclin en raison des vols de bétail. Le cheptel regroupe 20 bovins, plus de 100 petits ruminants et 40 ânes. Certaines de ses habitations sont connectées à l'adduction d'eau du forage motorisé situé à Liberté en face; une borne-fontaine publique est aussi disponible dans le quartier. Les infrastructures scolaires comprennent une école primaire de 12 classes (420 élèves) de même qu'une école maternelle. L'unique case de santé du quartier, qui bénéficie des services de deux matrones, est occasionnellement fréquentée par l'infirmier chef de poste (ICP) de Madina Baffé.

Enfin, le quartier Founsamba est le plus étendu de Saraya. Son caractère semi-rural tient notamment au fait que de petits villages et hameaux tels Fitaba, situé à 12 km au Sud de Saraya, lui sont rattachés. Le noyau central a une partie qui recoupe la Médina de Saraya; à l'exclusion des hameaux rattachés, ce noyau central, compte 56 ménages. L'agriculture et le commerce constitue les activités principales, l'orpaillage venant en appoint; le quartier est limité au Sud par une zone inondable avec un marigot qui favorise le maraîchage et la riziculture. Le cheptel se limite à moins de 10 bovins, 50 petits ruminants et 15 ânes. Au plan commercial, c'est aussi un quartier qui abrite beaucoup d'activités. On y trouve beaucoup de services collectifs dont le Centre hospitalier, la Centrale électrique, le lycée et le CEM, le bureau de La Poste, le siège de la Sous-préfecture de Bambou (ex-sous-préfecture de Saraya), le siège de la radio communautaire ainsi que le siège de l'antenne de la SODEFITEX (société qui exploite la fibre de coton). L'approvisionnement en eau est assuré par le seul puits à grand débit de la ville; il est fréquenté par tous les ménages de Saraya mais il se tarit périodiquement en saison sèche. Founsamba est doté de plusieurs maisons d'enseignement : un collège, un lycée ainsi qu'une école arabo-coranique Comme à Sékhofara, la case de santé du quartier bénéficie des services de deux matrones et elle est occasionnellement fréquentée par l'infirmier chef de poste (ICP) de Madina Baffé.

4.3.2.4 Résultats d'enquête auprès des ménages de la zone d'étude

Dans le cadre de l'étude environnementale de base du projet Boto, Synergie Environnement a réalisé une enquête auprès de 578 ménages, ce qui représente 55,7 % des 1 038 ménages qui ont été recensés dans les 22 villages, hameaux et ville de la zone d'étude (tableaux 4.3.3 et 4.3.4).

Tableau 4.3.3 Ville, villages et hameaux considérés par l'enquête en 2016

Localité	Village	Hameau/quartier
Guémedji	Guémedji Centre (63)	Kouloumindé (17) Diakha-Guémedji (41) Fadougou-Niafa (24) Fandiandia (4) Botokhoto-Guémedji (5) Fandiandia
Saraya	-	Quartier Liberté (25) Quartier Mosquée (33) Quartier Sékhofara (71) Quartier Founsamba (24)
Noumoufoukha	Noumoufoukha (48)	Sonkhoya (17) Boféto (22) Kiribou (2) Kouréforé (4) Soukhouidia Botokhoto-Boféto (5)
Madina Baffé	Madina Baffé (47)	Babouya (8)
Saroudia	Saroudia (58)	-
Nafadji	Nafadji (52)	-
Baïtilaye	Baïtilaye (8)	-

Note : Les nombre indiqués entre parenthèses est le total des ménages enquêtés dans la localité.

Tableau 4.3.4 Répartition de l'échantillon par localité

Localité ¹	Effectif échantillon (nb. ménages)	% échantillon	Population mère (nb. ménages)	% population mère
Guémedji	154	26,6	292	52,7
Saraya	153	26,5	263	58,2
Noumoufoukha	98	17,0	171	57,3
Madina Baffé	55	9,5	103	53,4
Saroudia	58	10,0	88	65,9
Nafadji	52	9,0	104	50,0
Baïtilaye	8	1,4	17	47,1
Total	578	100	1038	55,7
<i>Part du milieu rural</i>	425	73,5	775	54,8
<i>Part du milieu urbain</i>	153	26,5	263	58,2

Note 1 : Les localités correspondent au regroupement des villages officiels avec leurs hameaux.

Structure ethnique et religieuse des ménages

L'ethnie Malinké, la plus importante de la zone d'étude, représente 39,3 % de la population enquêtée contre 25,8 % de Djallonkés et 25,4 % de Peuls. Ces trois ethnies représentent à elles seules 90,5 % de la population. L'autre ethnie qui est aussi présente est le Diakhanké (8,3 %). La domination de l'ethnie Malinké est essentiellement due au poids non négligeable de Saraya, Nafadji et Baïtilaye dans l'échantillon de la population. Pour sa part, l'ethnie Peule domine à Diakha-Guémedji, Fadougou, Kouloumindé et Guémedji alors que l'ethnie Djallonké est surtout présente à Madina Baffé, Noumoufoukha et Guémedji. Certains villages ou localités tels Guémedji et Saraya se distinguent par leur caractère pluriethnique alors que d'autres comme Noumoufoukha, Sonkhoya et Saroudia sont presque mono-ethniques.

Sur le plan religieux, la population de la zone du projet est musulmane à 99,8 %. Un seul ménage de l'échantillon étudié a identifié l'animisme comme étant sa religion.

COMPOSITION DU MÉNAGE DANS LA ZONE DU PROJET

Dans la zone du projet, on est en présence de familles élargies regroupant le couple, leurs enfants et des personnes avec lesquelles ces derniers ont des liens de parenté (cousin, neveu, oncle ou tante). Ce phénomène de la famille élargie est souvent favorisé par les déplacements internes entre villages dus à la scolarisation des enfants.

Les enfants du chef de famille constituent 53,4 % de la population enquêtée, soit un peu plus de la moitié des membres du ménage. Les épouses constituent 16,7 % des membres de la famille contre 12,9 pour les chefs de famille. Les parents du chef de ménage (mère et père) ne font que 1,8 %; ainsi, il semble que beaucoup de chefs de ménage ne vivent pas avec leurs parents.

Le nombre d'enfants présents dans les ménages de l'échantillon est de 2 541 enfants, ce qui représente une moyenne de 5,6 enfants par ménage.

SEXE ET ÂGE MOYEN DU CHEF DE MÉNAGE

Dans 94,5 % des cas, l'homme est le chef de ménage pour. Autrement dit, au moins 9 ménages sur 10 sont dirigés par des hommes. L'homme est naturellement le chef de ménage car nous sommes en présence d'une société à caractère patrilinéaire (le mode de filiation, de transmission des biens et de qualités sociales est fondé sur l'ascendance paternelle) et la résidence du ménage y est également de type patrilocal. Aussi la femme n'est admise dans ce système comme chef de ménage qu'à titre exceptionnel (généralement ce sont des veuves).

Les chefs de ménage âgés entre 21 à 60 ans représentent 85 % du total de la population étudiée. Dans l'ensemble, l'âge moyen du chef de ménage est 38,5 ans, ce qui illustre bien l'extrême jeunesse de la population de la zone du projet. Le chef de ménage le plus jeune a 17 ans alors que le plus âgé a 88 ans.

NOMBRE D'ÉPOUSES PAR MÉNAGE

Malgré la réputation de société phallocratique qui est attribuée à la communauté de la zone du projet, les ménages polygames ne dominent pas la composition de la population locale. En effet, les ménages monogames font 63,1 % des effectifs totaux alors que les polygames ne font 36,9 %. Parmi les ménages polygames (de 2 à 6 épouses), près des trois-quarts (73,7 %) comptent seulement deux épouses. Pour leur part, les ménages dont le chef est célibataire, veuf ou divorcé (sans épouse) représentent à peine 5,7 % de l'effectif de tous les ménages.

NIVEAU D'INSTRUCTION DE LA POPULATION ÉTUDIÉE

Toutes les formes de scolarisation existant au Sénégal sont présentes dans la zone d'étude. Saraya fait partie des rares départements du Sénégal à avoir abrité dès l'époque coloniale (avant 1960) une école élémentaire publique. À noter que l'alphabétisation en arabe est très importante en raison de la présence de « daaras » (école arabo-coranique) dans les grands villages ou dans ceux qui ont une vocation religieuse tel Saroudia.

Parmi les enfants qui fréquentent actuellement l'école, on recense 760 garçons contre seulement 554 filles pour un ratio nettement favorable aux premiers.

Le niveau d'instruction global des membres des ménages enquêtés reste faible, révélant ainsi les failles de l'enseignement dans la zone d'étude (tableau 4.3.5). L'analphabétisme touche près du tiers (28,9 %) de la population étudiée alors que les niveaux d'enseignement les plus élevés - cycle secondaire complet, cycles universitaires incomplet et complet - n'ont été atteint que par 2,2 % de la population.

Tableau 4.3.5 Structure de la population selon le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Fréquence	Pourcentage
Analphabète	1 332	28,9
Cycle primaire complet	206	4,5
Cycle primaire incomplet	1 198	26,0
Cycle secondaire complet	56	1,2
Cycle secondaire incomplet	439	9,5
Cycle universitaire complet	7	0,2
Cycle universitaire incomplet	39	0,8
École arabe	292	6,3
École maternelle ou case des tout-petits	101	2,2
Non encore scolarisable	935	20,3
Total	4 605	100,0

Le taux brut de préscolarisation, qui mesure l'inscription des enfants à la case des tout-petits et à l'école maternelle, reste très faible du fait de l'absence d'école maternelle et de case des tout-petits dans la presque totalité des localités étudiées. Seul Saraya fait exception grâce à son statut de ville chef-lieu du Département.

L'existence d'une forte demande d'inscription à l'école publique est symbolisée par la jeunesse de la population (20,3 % d'enfants trop jeunes). Dans la zone d'étude, les structures d'accueil sont insuffisantes en nombre et en fonctionnalité.

À l'instar de la situation qui prévaut à l'échelle régionale, le taux d'abandon des études est très élevé. En effet, comme l'indique le tableau 4.3.5, les effectifs des cycles incomplets sont toujours supérieurs à ceux des cycles complets tant au primaire (26,0 %), qu'au secondaire (9,5 %) et à l'université (0,8 %).

STATUT D'OCCUPATION

Le titre foncier, qui est un titre de propriété formel, est le plus rare de la zone du projet. Les terres d'habitation sont souvent appropriées selon le droit coutumier. La concession familiale est à la portée de tous les descendants du père fondateur qui peuvent l'élargir à souhait en y construisant les appartements dont ils ont besoin. De plus, tout fils du village a la possibilité de trouver une concession dans le village sur une simple demande au chef de village.

La majorité des ménages ont un droit de propriété (formel ou non) sur les logements qu'ils occupent. En effet, ceux qui ont un droit coutumier sur leur logement représentent 88,2 % de l'échantillon (soit 99 % des propriétaires) contre 0,9 % (soit 1 % des propriétaires) qui ont un titre foncier sur leur logement. Ceux qui ne sont pas propriétaires de leur logement sont en majorité constitués de ménages dont le logement est prêté (41,2 %) ou légué par un proche (35,3%). *A contrario*, ceux qui sont locataires ne font que 16,2 %, soit un peu moins de 2 % de l'échantillon total des ménages.

TYPE DE LOGEMENT

Sur les 578 ménages enquêtés, 540 ménages (93,4 %) ont des cases, le type d'habitat le plus commun en zone rurale. Ce résultat est largement supérieur à celui obtenu pour la région de Kédougou, où 76,3 % des ménages vivent dans des cases, et à celui observé au niveau national, où à peine 22 % des ménages sont dans des cases (ANSD, RGPHAE 2013).

Cela ne signifie pas forcément que tous ces ménages vivent dans des cases mais ça démontre le niveau de présence de ce type de logement dans la zone du projet. Les ménages à case qui sont les plus nombreux sont ceux qui ont entre 2 et 5 cases; ils représentent 71,7 % des 540 ménages possédant au moins une case (tableau 4.3.6). Puisqu'à partir de deux cases par ménage, on présume que le ménage vit dans des

cases, ceux-ci peuvent être considérés comme vivant dans des cases; à ce titre, la situation dans la zone d'étude s'approcherait de la situation régionale.

Tableau 4.3.6 Répartition du nombre de cases par ménage dans la zone d'étude

Nombre de cases/ménage	Fréquence	Pourcentage
1	65	12,0
2	121	22,4
3	113	20,9
4	96	17,8
5	57	10,6
6	31	5,7
7	18	3,3
8	17	3,1
9	3	0,6
10	9	1,7
11	3	0,6
12	2	0,4
13	4	0,7
14	1	0,2
Total	540	100,0

La répartition du nombre de ménages à cases par localité montre que la case est omniprésente dans tous les villages des communes de Madina Baffé et de Bembou (tableau 4.3.7). De plus, le quartier Sékhofara de Saraya, qui est en plus le plus grand de cette ville, présente un visage rural ressemblant aux villages précités. En effet, dans ce quartier, 62 des 71 ménages enquêtés ont des cases et 47 d'entre eux ont entre 2 et 5 cases et cinq ménages comptent plus de 5 unités. Une telle situation montre bien le caractère semi-rural de la ville de Saraya qui, jusqu'à un passé très récent (2008), était le chef-lieu d'une Communauté rurale.

Contrairement aux cases, les constructions en dur sont plutôt rares. En effet, seulement 132 des 578 ménages enquêtés, soit 22,8 %, en ont au moins un. Au total, 97 ménages en possèdent un seul alors que 29 ménages en ont deux ou trois et que 6 ménages en comptent plus de quatre.

Plus de la moitié des ménages ayant des constructions en dur, soit 72 sur 132 (54,5 %), se trouvent dans les quatre quartiers de Saraya; au total, on trouve à Saraya 111 constructions en dur sur les 192 recensées dans la zone enquêtée. Le village de Guémedji est le seul autre endroit où le nombre de ménages qui ont des constructions en dur est important (19 ménages pour 25 bâtiments). En contrepartie, Kouloumindé, Fandiandia, Sonkhoya, Kiribou et Kouréforé n'ont aucun bâtiment en dur.

Tableau 4.3.7 Répartition du nombre de ménages à cases par localité

Localité	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
Guémedji	4	7	10	18	6	5	3	1	3	1	0	1	3	0	297
Kouloumindé	1	3	3	2	3	1	0	2	0	1	0	0	1	0	84
Diakha-Guémedji	7	11	6	7	1	0	4	2	0	0	2	0	0	1	160
Fadougou-Niafa	6	11	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
Botokhoto	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Fandiandia	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
Noumoufoukha	1	11	13	6	6	5	2	0	0	4	0	0	0	0	200
Sonkoya	0	5	5	1	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	67
Boféto	3	6	3	6	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	72
Kiribou	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Kourefore	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	21
Soukhoudia	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Babouya	1	3	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	27
Madina Baffe	4	10	6	16	6	2	1	2	0	0	0	0	0	0	171
Saroudia	5	13	11	9	9	1	1	2	0	0	0	1	0	0	186
Nafadji	7	9	8	9	6	6	0	3	0	1	1	0	0	0	196
Baïtilaye	0	2	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	32
Saraya	Quartier Mosquée	5	4	5	4	4	2	0	2	0	0	0	0	0	92
	Quartier Liberté	3	6	8	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	65
	Quartier Founsamba	3	4	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	45
	Quartier Sekhofara	10	12	22	7	6	3	1	1	0	0	0	0	0	191
Total	65	242	339	384	285	186	126	136	27	90	33	24	52	14	2 003

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Le banco reste le matériau de construction le plus utilisé pour les façades des cases. Au total, le banco est impliqué directement dans près de 70 % des cases dans la zone du projet : soit uniquement le banco (42,4 %), soit le banco et le ciment associés (10,4 %) ou les briques d'argiles qui sont en fait du banco (16,9 %). Le bambou, une ressource forestière assez abondante dans la zone du projet, vient en seconde position; 28,0 % des constructions de façades des cases où il est utilisé directement. Enfin, la tôle de zinc et, dans une moindre mesure, le ciment sont également utilisés de façon marginale pour la construction des murs de case. Pour le toit des cases, la paille reste le matériau le plus utilisé (97,2 %). La tôle de zinc vient loin derrière en deuxième position avec 1,7 %; à l'exception de Guémedji, tous les toits de case faits avec de la tôle de zinc sont de Saraya. Les matériaux utilisés pour la construction des cases (banco pour les murs; paille et bambou pour les toits) font que celles-ci sont très vulnérables aux éboulements et aux incendies et qu'elles résistent mal aux inondations.

Pour la construction des murs des bâtiments en dur, le banco associé au ciment domine dans (73,5 %). Le ciment vient en deuxième position, soit seul (23,5 %), soit associé à du banco ou de l'argile (57,6 %). Pour le toit des bâtiments en dur, les matériaux utilisés sont la tôle de zinc (88,6 %) des bâtiments puis la tôle en ardoise (5,3%). La paille est utilisée de façon marginale (3 %).

ACCÈS À L'EAU

L'accès à l'eau destinée à la consommation domestique (cuisine, boisson, lessive, besoins corporels) est assuré par les infrastructures hydrauliques suivantes :

- Le puits traditionnel, qui est le plus souvent un équipement privé appartenant à une famille (une concession) qui a supporté tous les frais de leur mise en place. Cet équipement est habituellement construit à l'intérieur ou devant les concessions qui les possèdent. Ils restent normalement accessibles aux voisins qui n'en ont pas, du fait des liens de solidarité et de parenté;
- Le forage à pompe manuelle ou forage manuel. Il s'agit d'un équipement communautaire généralement créé par un programme de l'État ou une ONG. Sa gestion se fait par un comité qui perçoit des cotisations par ménage usager afin de faire face aux dépenses d'entretien et de réparation liées à son fonctionnement. Les Services étatiques compétents (Brigade des Puits et Forages, Service de l'Hydraulique) veillent à leur installation et à leur bon fonctionnement;
- La rivière ou le fleuve;
- Le marigot (étendue d'eau stagnante alimentée par les eaux de ruissellement mais qui se tarit pour la plupart du temps à partir du mois d'avril);
- Le forage motorisé;
- Le puits hydraulique; il s'agit d'un puits construit selon les normes de sécurité et d'hygiène requises contrairement au puits traditionnel.

Parmi ces sources d'eau, le forage manuel est le plus utilisé par les ménages (50,5 %), suivi du puits traditionnel (33,4 %). Le forage motorisé occupe la troisième place avec 8,2 % des ménages, un résultat essentiellement lié au poids des quatre quartiers de Saraya dans l'échantillon. Il faut noter que le forage motorisé de Saraya est insuffisant pour répondre à tous les besoins de la ville car son adduction d'eau ne couvre pas tous les quartiers et son débit est très faible; en heure de pic de consommation, la pression ne parvient pas à desservir adéquatement l'ensemble des abonnés. Enfin, on note qu'une partie non négligeable de la population (7,7 % des ménages) reste en contact direct avec l'eau insalubre (eau de marigot et de rivière) et l'utilise pour satisfaire ses besoins en eau.

L'eau provenant des forages manuels couvre la majorité des besoins, entre 47,8 et 53,3 %, pour la cuisine, la boisson, l'hygiène corporelle et la lessive (tableau 4.3.8). La seconde source la plus importante est le puits traditionnel qui couvre de 31,5 à 35,1 % des besoins pour tous les usages domestiques. À elles seules, ces deux sources remplissent entre 85 et 90 % des besoins en eau des ménages enquêtés.

Tableau 4.3.8 Source de l'eau utilisée pour les usages domestiques

Source	Cuisine		Boisson		Hygiène corporelle		Lessive	
	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%
Forage manuel	297	51,5	308	53,3	285	49,3	276	47,8
Forage motorisé	49	8,5	49	8,5	45	7,8	45	7,8
Marigot	22	3,8	22	3,8	26	4,5	39	6,7
Puits hydraulique	2	0,3	3	0,5	1	0,2	2	0,3
Puits traditionnel	193	33,4	182	31,5	203	35,1	193	33,4
Rivière	14	2,4	14	2,4	18	3,1	23	4,0
Total	577	100,0	578	100,0	578	100,0	578	100,0

Le choix de la source d'eau employée n'est évidemment pas étranger à la proximité du lieu d'utilisation; l'enquête auprès des ménages s'est penchée sur cette question. Sans surprise, les forages manuels et les puits traditionnels sont en très forte majorité situés à moins de 300 m du domicile; par ailleurs, il est plutôt rare que ceux-ci soient situés au-delà de 1 km du domicile. Dans ce dernier cas, cela constitue une préoccupation pour les femmes qui ont, en plus de la corvée d'eau, d'autres tâches difficiles et pénibles à accomplir dans la journée.

Pour leur part, les rivières et les marigots dont l'eau est utilisée à des fins domestiques se situent aux deux-tiers entre 300 m et 1 km du lieu de résidence des ménages (tableau 4.3.9). Le marigot est une source d'eau très importante pour un hameau comme Kouloumindé qui est dépourvu de forage.

Tableau 4.3.9 Distance de la source de l'eau utilisée pour les usages domestiques

Distance (approx.)	Forage manuel		Puits traditionnel		Rivière		Marigot	
	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%	Fréq.	%
< 300 m du domicile	229	74,1	179	69,4	7	30,4	13	25,5
Entre 300 m et 1 km	73	23,6	75	29,1	15	65,2	32	62,7
> 1 km du domicile	7	2,3	4	1,6	1	4,3	6	11,8
Total	309	100,0	258	100,0	23	100,0	51	100,0

ACCÈS AUX LATRINES

La situation en matière d'assainissement individuel n'est pas très reluisante dans la zone du projet. Ainsi, un peu moins du tiers des ménages enquêtés (28,4 %) des ménages n'a pas de latrines. Les ménages qui n'ont pas de latrines se soulagent dans un coin de la brousse ou vont chez les voisins qui en disposent. Cela pose un problème d'environnement et de santé publique, le « péril fécal ».

Seulement 13 % ont accès à des latrines améliorées (c.-à-d. avec un abri et une chaise) alors que plus de la moitié (58,7 %) ont accès à des latrines simples⁸. En ce qui a trait aux latrines simples, les conditions d'hygiène ne sont pas garanties et il y a un risque de polluer la nappe phréatique et donc les eaux de puits traditionnels.

MODE DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Les ménages de la zone du projet déversent à 98,8 % leurs eaux usées domestiques dans la nature (terrains vagues) contre seulement 1,2 % qui les versent dans une fosse. Parmi les ménages qui utilisent la fosse septique pour les eaux usées, on trouve ceux de Guémedji, de Noumoufoukha, de Saroudia et des quartiers de Saraya.

MODE DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES

En l'absence d'un système d'assainissement collectif dans la zone du projet, ce qui est généralement le cas dans le monde rural au Sénégal, l'assainissement individuel ne trouve pas de répondant pour une bonne gestion des déchets. Ainsi, le dépôt dans la nature – soit à la périphérie des habitations, soit dans les terrains vagues – est le mode le plus répandu (87,5 %) pour se séparer des déchets solides collectés (balayés) dans la concession. À peine 12, 1 % des ménages en font l'incinération alors qu'un faible 0,3 % les enfouissent dans un trou.

SOURCE D'ÉNERGIE

La lampe torche rechargeable est le moyen d'assurer l'éclairage pour près de 71 % des ménages de la zone d'étude contre 50,3 % dans la région de Kédougou. Viennent ensuite le panneau solaire (15,4 %) et le groupe électrogène (11,2 %). L'électricité n'est point utilisée dans la partie rurale de la zone du projet. Seuls les quartiers de Saraya ont de l'électricité et cela pour une durée moyenne de 18 heures par jour. C'est donc dire que l'éclairage électrique est quasiment absent de la zone d'étude. Pour fins de comparaison, plus de la moitié (57,5 %) des ménages du Sénégal sont éclairés à l'électricité contre 15,7 % dans la Région de Kédougou.

⁸ La latrine simple ou traditionnelle est un moyen d'assainissement autonome (individuel ou groupé) très répandu à travers le monde. Elle se compose d'une dalle ou d'un plancher ou une cuvette, munie d'un trou de défécation placé au-dessus d'une fosse.

Pour la cuisine, le bois de chauffe est la source d'énergie la plus utilisée dans la zone du projet. À l'exception des ménages de Guémedji, Nafadji et Saroudia qui utilisent le gaz butane, tous les ménages des villages (milieu rural) l'utilisent pour la cuisson des aliments. Le fait que son abondance actuelle le rende bon marché explique sans nul doute cette situation⁹.

Dans la ville de Saraya, le gaz butane et le charbon de bois sont plutôt les combustibles les plus utilisés.

MOYENS DE TRANSPORT INDIVIDUELS

Jusqu'à tout récemment, soit vers 2006, le vélo était le moyen de transport le plus répandu dans la zone du projet; on peinait même à dénombrer les vélos dans les villages de plus de 500 habitants du département de Saraya. Depuis ce temps, avec le développement de l'orpaillage, l'arrivée des sociétés minières – qui ont induit le besoin de se déplacer plus rapidement sur de grandes distances – mais aussi l'obtention de revenus monétaires substantiels, la moto est entrée dans l'équipement des ménages. Ainsi, dans la zone du projet, 237 des 578 des ménages enquêtés, soit 41,0 %, ont au moins une moto. Dans le lot des ménages qui possèdent une moto, 8 sur 10 en ont une seule. Toutefois, 45 ménages en ont plus d'une et la maximum de motos par ménage est de sept (1 seul ménage sur 237). L'analyse de la répartition des motos par village, indique que mis à part Saraya qui a 26,6 % des motos, c'est le village de Guémedji qui possède le plus grand nombre d'unités avec 18 % des effectifs, suivi de Nafadji (10 %). Fadougou, Madina Baffé et Saroudia figurent parmi les localités qui ont un nombre appréciable de motos.

Le vélo est le deuxième moyen individuel de transport étant présent dans plus de 58 % des ménages de la zone du projet. Parmi les 339 ménages qui ont au moins un vélo, 7 sur 10 en possèdent un seul. Près d'une centaine de ménages en ont 2 et plus, le maximum par ménage étant de treize.

Enfin, le troisième moyen de transport est le véhicule automobile. Il est très rare d'en trouver dans la zone du projet. En effet, moins de 1 % des ménages interrogés a un véhicule de tourisme. Enfin, dans la zone du projet, seuls 6 ménages ont au moins un véhicule de transport (de personnes et/ou de marchandises).

MOYENS DE COMMUNICATION INDIVIDUELS

Le téléphone portable puis ensuite le poste radio sont les équipements de communication individuels les plus répandus dans la zone du projet.

En raison de la présence de plusieurs antennes du réseau de téléphonie mobile Orange (notamment à Madina Baffé, Noumoufoukha, Guémedji et Baïtilaye), le téléphone portable est devenu un moyen de communication très prisé des populations locales. En fait, 478 des 578 ménages, soit 82,7% de l'échantillon, ont au moins un téléphone portable. Au total, ces ménages possèdent 1 265 unités, soit une moyenne de 2,6 téléphones par ménage. On en compte parfois plus de 10 unités dans une concession. Il y a une forte corrélation entre la taille de la localité et le nombre de téléphones portables. Les grands villages comme Guémedji, Nafadji, Saroudia, Madina Baffé et le grand quartier Sékhofara de Saraya comptent tous plus de 40 ménages ayant au moins un téléphone.

En ce qui a trait aux postes radio, un peu moins de 60 % des ménages enquêtés en ont au moins un. Parmi ceux-ci, près de 8 ménages sur 10 en possèdent un seul alors que 1 ménage sur 6 en a deux. Ceux qui en comptent trois et plus sont très minoritaires. Au total, les 344 ménages détenteurs de postes radio ont entre leurs mains 453 unités, soit en moyenne 1,3 postes radio par ménage. Les quartiers de Saraya concentrent à eux seuls près du tiers des ménages qui ont des postes radios, suivi de Guémedji avec 12,5 %. Les autres villages qui sont également bien dotés en postes radios sont Saroudia, Madina Baffé et Nafadji. Fait important, la couverture de la zone par les chaînes de radio émettant à partir du Sénégal est tellement mauvaise que ce sont les radios du Mali et de la Guinée qui sont surtout écoutées par les

⁹ Toutefois, si la consommation de bois de chauffe devait suivre le rythme de la croissance démographique cela pourrait faire peser de réelles menaces sur les formations forestières pourvoyeuses de ce bois.

populations locales, notamment celles des villages et hameaux frontaliers tels Guémedji, Diakha, Kouloumindé, Fadougou et Boféto.

ASPECT SÉCURITAIRE DANS LA ZONE DU PROJET

Selon l'enquête, les ménages dont un membre a été victime d'un délit quelconque représentent 9 % de l'échantillon (52 ménages sur 578). Parmi les ménages qui ont indiqué avoir été victimes d'un délit, ceux qui ont subi des vols et des agressions sont les plus nombreux (tableau 4.3.10). Les délits les plus graves, à savoir les meurtres et les viols, sont en fait les plus rares; ils représentent quand même plus d'un crime sur 10 ce qui compte tenu de la gravité de l'offense demeure une statistique importante.

Tableau 4.3.10 Répartition des ménages victimes selon le type de délit

	Vol	Agression	Meurtre	Viol	Total
Ménages victimes (nb)	25	21	3	3	52
Part relative (%)	48,1	40,4	5,8	5,8	100,0
Incidents (nb)	38	40	3	3	84

Au total, ce sont 38 cas de vols qui ont été signalés par les 25 ménages victimes. Si la majorité des ménages ont subi qu'un seul vol, on note que 6 ménages ont été volés 2 fois et plus. Les résultats de l'enquête montrent que plus de la moitié des vols a été commise en saison sèche et qu'ils ont été commis à toutes les heures de jour comme de nuit.

Globalement, 40 cas d'agression ont été déclarés par les 21 ménages victimes. La majorité des ménages victimes d'agression ne l'ont cependant été qu'une seule fois. Ces agressions sont plus fréquentes le jour alors que les populations sont en déplacement; toutefois, plusieurs incidents se sont produits au cours de la nuit.

Trois ménages ont affirmé que l'un de leurs avait été victime d'un meurtre. L'un d'entre eux habite Saraya mais le meurtre a été commis dans un site d'orpillage (Kharakhéna) situé à une quinzaine de kilomètres. Les deux autres ménages habitent Nafadji. Les meurtres ont été commis la nuit à partir de 22 h, démontrant qu'il y a une insécurité qui règne pendant la nuit, aussi bien en campagne que dans les sites d'orpillage.

Seulement 3 cas de viols ont été recensés lors de l'enquête auprès des ménages de la zone du projet. Les ménages victimes de viol habitent Guémedji et Diakha. Tous ces viols ont été commis en campagne, de jour entre 13 h et 14 h. Ceci prouve que les femmes ne sont pas à l'abri dans ces zones où elles peuvent marcher des heures sur les routes sans rencontrer personne ou rester longtemps dans les points d'eau à faire le linge par exemple. Ces cas de viols ont été commis dans des villages situés aux frontières, ce qui laisse croire aux ménages que ceux-ci sont liés au banditisme transfrontalier.

4.3.2.5 Résultats d'enquête auprès des orpilleurs de la zone d'étude

L'information présentée ci-après est tirée d'une étude de référence sur l'orpillage dans les limites du permis de Boto (Sénégal) réalisée en février 2016 par Intersocial pour le compte d'Iamgold. Les sites d'orpillage qui étaient concernés par l'étude sont les suivants : Boto 3, Boto 5, Boto 6 et Diakha-Sénégal. Diverses techniques ont été utilisées par Intersocial pour la cueillette des données : enquête auprès des chefs de ménage, focus group, récits de vie et entretiens individuels.

EFFECTIF DES MEMBRES DES MÉNAGES ET CLASSES D'ÂGE

Au total pour le permis Boto, 427 personnes actives sur les sites d'orpillage ont été rencontrées dans le cadre de l'enquête, soit sur les sites mêmes, soit dans le cadre des focus groups. Ces 427 personnes font partie de ménage totalisant environ 2 240 membres. La population qui a fait l'objet de l'enquête est donc de 2 240 personnes via les 427 personnes ayant directement participé à l'enquête dans le permis Boto.

L'analyse statistique porte sur les 2 240 personnes (tableau 4.3.11). Selon l'enquête, les hommes représentent 52,4 % des effectifs contre 47,6 % pour les femmes.

De ce nombre, 64 % vivaient sur le site (tableau 4.3.11). La notion « d'habitat sur place » comprend non seulement le fait d'habiter directement sur les sites mais également dans les villages en proximité directe et dont les sites sont inclus dans leur terroir; par exemple, pour Boto 3 et 6 : Guémedji; pour Boto 5 : Guémedji et dans une moindre mesure Kouloumindé; pour Diakha-Sénégal : village du même nom.

Tableau 4.3.11 Nombre de ménages et estimation des effectifs par site

Site d'orpaillage	Ménages (nb)	Effectifs (est.)	Résident sur le site	
			Oui (%)	Non (%)
Diakha-Sénégal	205	1 040	52,0	48,0
Boto 5	186	1 031	79,0	21,0
Boto 6	16	62	45,0	55,0
Boto 3	20	107	79,0	21,0
Total	427	2 240	64,0	36,0

La population enquêtée sur les sites d'orpaillage du permis Boto est relativement jeune, avec une moyenne d'âge avoisinant les 20 ans. Les moins de 7 ans¹⁰ constituent près de 24 % des membres des ménages soumis à l'enquête alors que les 15 ans et moins représentent près de 43 % de ces effectifs (tableau 4.3.12). À l'opposé les personnes âgées de plus de 60 ans comptent pour moins de 4 %.

Tableau 4.3.12 Effectifs des membres des ménages par classe d'âge – site du permis Boto

	Classes d'âge						Total
	Moins de 7 ans	7 à 15 ans	16 à 30 ans	30 à 45 ans	45 à 60 ans	Plus de 60 ans	
Nombre	529	425	753	309	143	79	2 238
%	23,6	19,0	33,6	13,8	6,4	3,5	100,0



Photo 4.3.1 Membres de ménages d'orpailleurs présents sur le site de Boto 5

¹⁰ Compte tenu de la faible dotation des sites en infrastructures éducatives, une frange importante d'enfants risque donc d'échapper au circuit de scolarisation. Une telle situation constitue un terreau fertile pour l'analphabétisme et la faible qualification des acteurs du milieu en compétences et savoir-faire divers. Cela entraîne le renforcement durable de l'orpaillage comme seul débouché et activité génératrice de revenus.

EFFECTIFS D'ORPAILLEURS ET CLASSES D'ÂGE

L'enquête d'Intersocial a permis d'estimer le nombre d'orpailleurs pour chacun des sites localisés dans les limites du permis Boto (tableau 4.3.13). Les sites de Diakha-Sénégal et Boto 5 accueillent un nombre à peu près équivalent d'orpailleurs; à eux seuls, ces deux sites regroupent 769 des 835 orpailleurs recensés sur la zone, soit plus de 90 % des effectifs totaux pour les quatre sites. Sur tous les sites, l'orpillage constitue l'activité principale pour la majeure des individus enquêtés (entre 82 et 100 %).

Tableau 4.3.13 Répartition des orpailleurs selon l'intensité de l'activité par site enquêté

Site d'orpillage	Total site	Activité principale		Activité secondaire	
		Nb.	%	Nb.	%
Diakha-Sénégal	386	316	81,9	70	18,1
Boto 5	383	361	94,3	22	5,7
Boto 6	23	22	95,7	1	4,3
Boto 3	43	43	100,0	0	0,0
Total	835	742	88,9	93	11,1

Bien que les femmes soient présentes sur les différents sites, les effectifs d'orpailleurs sont, sans surprise, majoritairement constitués d'hommes (83,21 %).

L'orpillage mobilise pratiquement toutes les tranches d'âge de la population, à l'exception des moins de 16 ans (figure 4.3.3). L'engouement pour cette activité s'expliquerait surtout par une course effrénée vers la fortune dont l'orpillage constitue la clé de voûte. L'essentiel des effectifs d'orpailleurs est constitué de personnes entre 16 et 60 ans (93 %); à eux seuls, les 16 à 30 ans représentent près de la moitié (environ 45 %) des orpailleurs. Bien qu'étant en minorité, la présence de personnes âgées de plus de 60 ans parmi les effectifs recensés montre que même ce groupe d'âge n'est pas à l'abri de cette activité d'orpillage.

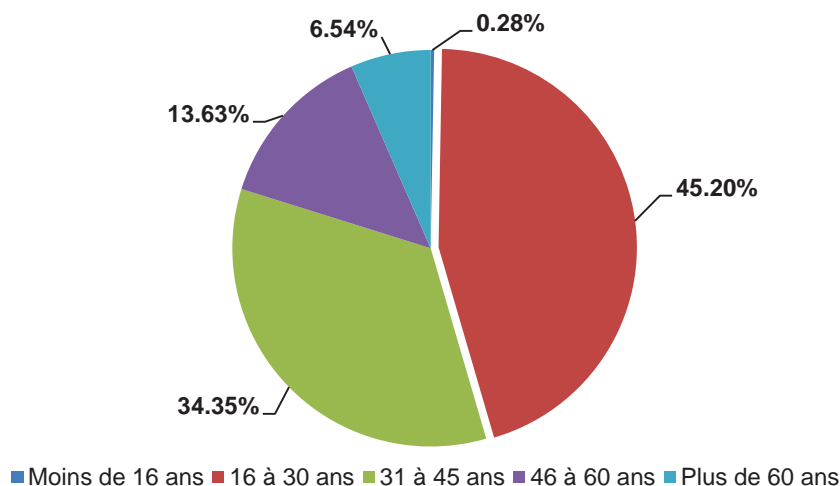


Figure 4.3.3 Répartition des orpailleurs par classe d'âge

STATUT MATRIMONIAL DES ORPAILLEURS

Près des trois-quarts des orpailleurs chefs de ménages sont mariés; 43,23 % d'entre eux sont monogames alors que 28,46 % sont polygames (figure 4.3.4). Par ailleurs, on dénombre très peu de veufs et veuves (2,64 %) et de divorcés (0,31 %). Il y a donc très peu d'orpailleurs chefs de ménages dont le statut les expose à la précarité du fait d'une faible capacité à se prendre en charge. Le statut de vulnérable exposé à la précarité ne concerne en effet que les femmes veuves et/ou divorcées vivant seules sans soutien extérieur; ces situations se rencontrent toutefois de façon largement marginale dans la zone.

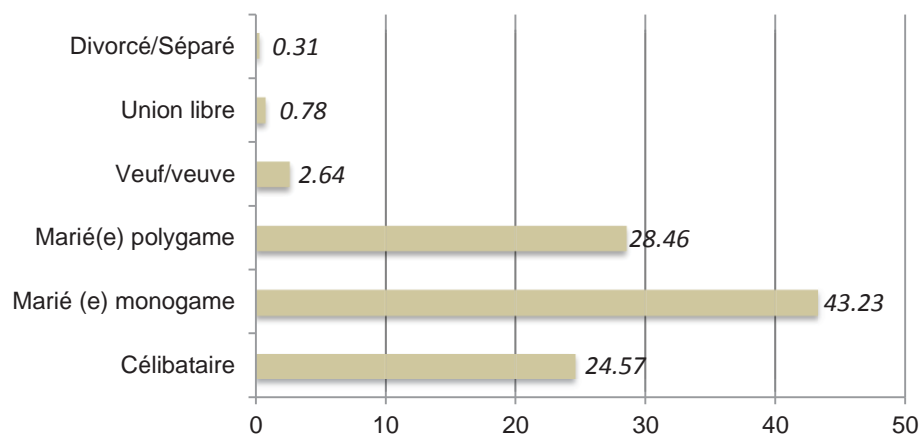


Figure 4.3.4 Statut matrimonial des orpailleurs chefs de ménages

COMPOSITION ETHNIQUE DES MÉNAGES

L'enquête menée sur le terrain a permis de constater qu'il existe une grande diversité ethnique sur les sites d'orpillage du permis Boto. Si les ethnies locales restent les plus nombreuses, on y rencontre aussi des ethnies venant d'autres régions du pays et de pays voisins (tableau 4.3.14). La forte attractivité exercée par l'orpillage explique cette diversité socio-ethnique.

Tableau 4.3.14 Répartition ethnique par site selon l'enquête de 2016

Site d'orpillage	Groupe ethnique	Pourcentage
Diakha-Sénégal	Bambara	1,46
	Djallonké	17,07
	Malinké	10,24
	Poular	66,83
	Autres	4,39
	Sous-total	100,00
Boto 5	Diallonké	13,98
	Dialounga	4,84
	Djallonké	11,83
	Malinké	19,89
	Mossi	4,84
	Poular	41,40
	Autres	3,23
	Sous-total	100,00
Guémedji Boto 6	Mossi	87,50
	Poular	12,50
	Sous-total	100,00
Boto 3	Autres	5,00
	Diallonké	5,00
	Dialounga	5,00
	Djallonké	10,00
	Malinké	10,00
	Poular	65,00
	Sous-total	100,00

On ne constate pas l'existence d'associations identitaires de type communautariste, ni de défense sectaire des intérêts, ni pour l'exécution des tâches. En contrepartie, l'occupation de l'espace se fait par zone de provenance et/ou appartenance ethnique. Le site de Boto 6 est même dominé par une ethnie du Burkina Faso (Mossi à 87,5 %).

NIVEAU D'INSTRUCTION DES MEMBRES DES MÉNAGES

Plus du tiers de la population enquêtée est analphabète (37,25 %) (figure 4.3.5). En matière de scolarisation, les membres de ménages ayant complété le niveau primaire représentent un peu plus de 19 %, contre à peine 5 % pour le niveau secondaire et seulement 0,25% pour le niveau supérieur. À la lumière de ces résultats, l'orpaillage apparaît clairement comme un moyen de subsistance pour les populations sans qualification et souvent sans autre compétence même si pour certains – principalement les allochtones – il s'agit d'une véritable carrière professionnelle.

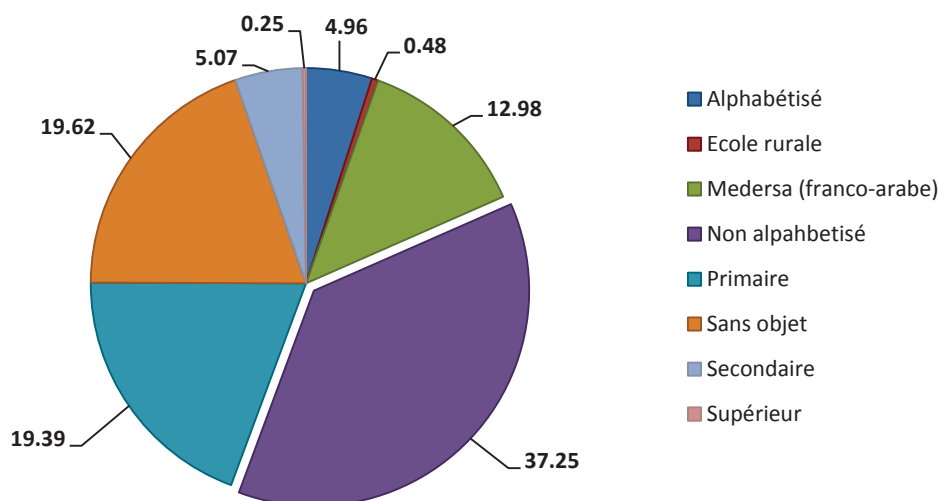


Figure 4.3.5 Niveau d'instruction des membres des ménages

STATUT MIGRATOIRE

Les différents sites sont occupés par une population composite venus d'horizons divers. Comme l'indique le tableau 4.3.15 et la figure 4.3.6, l'orpaillage semble être surtout une activité de migrants plutôt que d'autochtones; d'ailleurs, au total des sites, les migrants sont majoritaires. En fait, il n'y a qu'à Boto 5 et Boto 3 où les autochtones sont en plus grand nombre que les orpailleurs migrants avec respectivement 51 et 65 % des effectifs.

Tableau 4.3.15 Statut migratoire des orpailleurs par site

Site d'orpaillage	Effectifs (est.)	Statut migratoire	
		Autochtone	Migrant
Diakha-Sénégal	386	9 %	91 %
Boto 5	383	51 %	49 %
Boto 6	23	6 %	94 %
Boto 3	43	65 %	35 %
Permis Boto	835	33 %	67 %

DURÉE D'INSTALLATION DES MIGRANTS SUR LES SITES

La plupart des migrants sont récemment installés sur les sites d'orpaillage (tableau 4.3.16). En effet, une large proportion des orpailleurs rencontrés sont arrivés il y a moins de 5 ans, mettant en évidence le côté récent de l'orpaillage dans la zone. Les deux sites comptant le moins d'orpailleurs (Boto 6 et 3) sont également ceux où la presque totalité sont arrivés il y a moins de 5 ans. Pour leur part, les sites de Diakha-

Sénégal et Boto 5 comptent environ 29-30 % d'orpailleurs qui y sont depuis plus de 5 ans; à Boto 5, un peu moins d'un orpailleur sur 5 serait même là depuis plus de 20 ans.

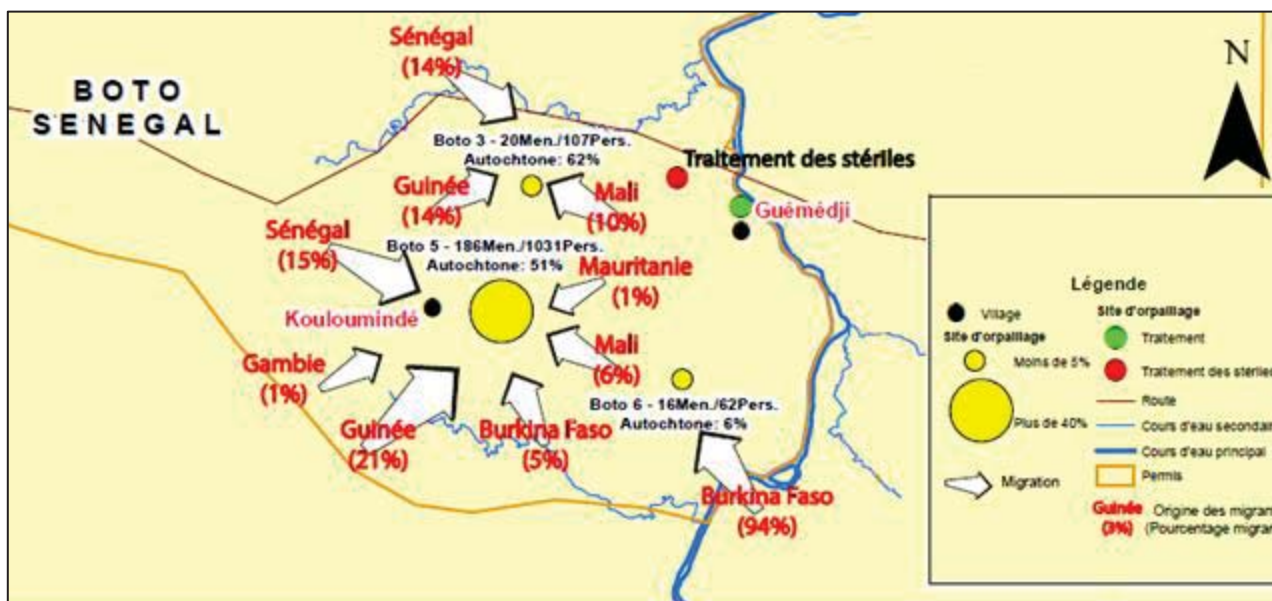


Figure 4.3.6 Origine des migrants par site du permis de Boto

Tableau 4.3.16 Nombre d'années sur les sites d'orpaillage

Site d'orpaillage	Arrivée sur le site d'orpaillage (%)					
	< de 5 ans	5-10 ans	10-15 ans	15-20 ans	20-25 ans	> 25 ans
Diakha-Sénégal	69,15	18,09	7,98	4,26	0,53	-
Boto 5	71,11	11,11	8,89	4,44	1,11	3,33
Boto 6	93,75	6,25	-	-	-	-
Boto 3	100,00	-	-	-	-	-

Bien que la durée d'installation dans chaque site soit de plusieurs années, il convient de relativiser le tout par rapport aux mouvements des orpailleurs entre les différents sites. Ainsi, ceux-ci se déplacent de l'un vers l'autre au gré des événements, la découverte de l'or par les orpailleurs locaux faisant fluctuer l'attractivité des sites.

ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES DES MEMBRES DES MÉNAGES

L'orpaillage demeure la principale source d'occupation des membres de ménage. Il est l'activité principale de 34,4 % des personnes actives et l'activité secondaire de 5,99 % des membres actifs des ménages. L'agriculture est citée comme principale activité pour 8,30 % des personnes et secondaire pour 19,02 % d'entre elles. Il y a une forte proportion de population inactive (enfants en bas âge, personnes très âgées et marginalement des personnes incapables d'exercer une activité et donc dépendante correspondant à la modalité sans objet).

TYPE D'HABITAT PAR SITE

Le recensement du type d'habitat par site occupé par les orpailleurs et leurs familles montre que la plupart des orpailleurs sont dans un habitat précaire constitué essentiellement de bambou, de paille et de bâches (photo 4.3.2). Ce type d'habitat est suivi par les constructions en banco (terre) et il y a très peu de bâtis en dur et semi-dur (briques de terre compactées et/ou cuites, briques ciment). L'ensemble de ces constructions en banco, semi-dur et dur sont pour leur quasi-totalité occupée par les ménages des orpailleurs autochtones.



Photo 4.3.2 Types d'habitats rencontrés sur les sites d'orpaillage

L'ensemble de ces habitations est réparti dans plusieurs villages ainsi que sur les sites d'orpaillage eux-mêmes (tableau 4.3.17). L'enquête n'a pas permis d'aboutir à l'identification précise de leurs lieux de résidence, les réponses obtenues étant trop éparées. De manière générale, les orpailleurs de Boto 3, 5 et 6 résident principalement à Guémedji; de plus, une partie de ceux de Boto 5 réside aussi à Kouloumindé même s'il s'agit d'un hameau dit de culture.

Tableau 4.3.17 Type d'habitat sur les sites d'orpaillage

Site d'orpaillage	Total	Bambou, bâche et paille		Banco		En dur		Semi-dur	
		Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Diakha-Sénégal	496	246	50,0	123	25,0	5	1,0	118	24,0
Boto 5	448	222	50,0	123	27,0	90	20,0	13	3,0
Boto 6	39	23	59,0	5	13,0	3	8,0	8	21,0
Boto 3	38	33	87,0	4	11,0	1	3,0	-	-

En fait, les orpailleurs semblent être davantage dans une logique de mobilité spatiale permanente – c'est-à-dire prêts à partir dès que le sentiment s'installe que les affaires ne marchent plus ou lorsque le bruit parvient qu'un site plus productif a été découvert – telle qu'il vaut mieux avoir une maison démontable et portable qui ne soit pas encombrante lorsque le moment sera venu de partir. Cela est particulièrement vrai chez les orpailleurs d'origine allochtone.

4.3.3 Occupation de l'espace et du sol

L'analyse de l'historique de l'installation et de la constitution des villages de la zone du projet a montré que les établissements humains sont nés de la volonté de leurs fondateurs de trouver un environnement propice au développement de leurs activités.

Les villages les plus anciens ont été créés parce que leur site est entouré de terres fertiles pour l'agriculture, de pâturages et de points d'eau (marigot, rivière, fleuve). Pour leur part, les villages les plus récents sont issus de hameaux de culture et d'élevage créés par un ressortissant d'un village plus ou moins proche, recherchant suffisamment d'espace pour combler ses besoins de cultures et ceux de son cheptel.

De plus, dans cette région, il est normal de construire des cases au niveau du champ qui est cultivé afin de pouvoir s'y abriter et se reposer sans que cela ne soit un lieu d'habitation.

L'habitat très dispersé et la densité démographique parmi les plus faibles du pays (environ 6 habitants/km²) reflètent la difficulté de s'établir durablement dans un environnement quelques fois hostile en raison de son enclavement, de son relief et sa végétation. De plus, dans le milieu comme la zone du

projet, il n'est pas toujours évident de trouver dans un même endroit des ressources naturelles en quantité suffisante.

4.3.3.1 Gestion des terroirs villageois et responsabilités

Dans la zone du projet comme dans toute société phalocratique, la gestion de la terre – qui est « la » principale ressource – est en quelque sorte la chasse gardée des hommes.

Ainsi, avant l'avènement de la régionalisation et de la Loi sur le domaine national, la gestion des terres revenait exclusivement aux familles des fondateurs des villages. La clé de voûte de la gestion des terroirs était alors le chef de village, toujours issu de la lignée des fondateurs.

Aujourd'hui, le chef de village a moins d'emprise sur la gestion des terres en raison de l'adoption et la mise en vigueur des lois sur le domaine national et le transfert de compétences, notamment sur la gestion du domaine de l'État. Même si cette gestion est dorénavant confiée aux Communes, le législateur a quand même accordé une place au chef du village, en reconnaissance de ce que cette autorité a représenté dans la gestion passée du terroir et des traces que cela a laissé. Ainsi, selon la *Loi sur les Collectivités locales*, le chef du village est *de facto* membre de la Commission domaniale de la Commune.

Dans les faits, c'est encore le chef de village qui attribue (après concertation avec le conseil du village) des terres d'habitation et de culture à ceux qui en font la demande. Cette attribution ne donne toutefois pas droit à un titre de propriété formel sur ces terres comme le titre foncier. En effet, c'est une forme d'autorisation d'habiter ou d'exploiter qui peut être révoquée puisque c'est le Conseil municipal qui a la prérogative d'attribuer des terres à usage d'habitation et d'activités économiques.

Par exemple, un groupement de promotion féminine (GPF) qui souhaite obtenir des terres pour y mener des activités agricoles doit adresser cette demande au Conseil Municipal qui l'étudie et fait l'attribution nécessaire, après avis favorable de la réunion de délibération du Conseil. Cette attribution doit, en dernière instance, être approuvée par le représentant de l'État (Sous-préfet) avant d'être exécutoire. Toutefois, un GPF peut officieusement solliciter le chef de village pour avoir une parcelle maraîchère dans le terroir villageois sans que le Conseil municipal soit informé. Dans un tel cas, l'affaire se règle dans le village mais la propriété de cette parcelle n'est pas sécurisée. Or, si un jour une tierce personne a besoin de la zone où se trouve la parcelle et passe par la voie normale (Conseil municipal), le GPF pourrait alors être « exproprié » sans aucune autre forme de procès.

4.3.3.2 Accès à la terre

L'accès à la terre ne profite pas de la même manière à tous les groupes sociaux dans la zone du projet.

Si les hommes, adultes et jeunes, ont la possibilité d'aller dans la forêt pour défricher leurs champs, il n'en est pas de même pour les femmes. L'accès à la terre pour les femmes est très limité et contrôlée par la mainmise des hommes sur la terre agricole. Ainsi, seul le GPF peut défricher des champs pour les femmes qui en sont membres¹¹. Il le fait habituellement avec l'aide des groupements de jeunes qui agissent à but lucratif.

De plus, la femme ne peut hériter des terres de son mari ou de son père décédé. Bien que ce soit les fils qui héritent des terres du défunt mari, c'est quand même la femme qui en profite pour y exploiter ses propres cultures. Dans le cas où la femme veuve n'a pas eu la chance d'avoir des enfants de son défunt mari, elle n'a pas la possibilité d'hériter des terres laissées par ce dernier.

La pratique la plus répandue consiste à ce que le mari attribue un lopin de terre à sa femme qui y exploite les cultures qu'elle veut. En général, les femmes font les cultures légumières pluviales (oseille, gombo,

¹¹ L'image d'une femme, mariée de surcroît, qui va seule défricher dans la brousse pour avoir des terres n'est pas conforme aux us et coutumes qui prévalent localement.

voandzou, aubergine, piment, etc.) dans leur lopin de terre. Ces cultures les aident notamment à avoir les condiments nécessaires à la cuisine. Les femmes font également de l'arachide lorsque leur bourse leur a permis d'avoir les semences. Enfin, ce sont aussi elles qui exploitent les rizières, même si celles-ci appartiennent à leur mari.

4.3.3.3 Organisation de l'espace dans le village

L'occupation de l'espace villageois est organisée de manière à rapprocher le paysan de ses champs. L'habitat est donc entouré des meilleurs champs où celui-ci exploite les cultures les plus prisées. Ainsi, les habitations sont entourées d'enclos et de champs de case où sont cultivés le maïs, l'arachide et le manioc qui constituent la base de l'alimentation.

Dans le bloc des maisons, des espaces publics sont aménagés pour abriter les arbres à palabre, les mosquées, les écoles et les équipements collectifs comme les puits et les forages manuels.

Les cimetières sont souvent aménagés dans des parties de la forêt les plus proches des habitations : il est rare de trouver des cimetières aménagés à plus d'un kilomètre du village.

Du fait de la dispersion irrégulière des terres cultivables et des points d'eau en raison de la présence de collines et de montagnes, il arrive que des champs soient assez éloignés des villages. Ceux qui cultivent ces champs ont alors trois possibilités, à savoir :

- Se rendre chaque jour dans ces champs pour y effectuer les travaux nécessaires et rentrer le soir au village. Les femmes vont même jusqu'à y faire la cuisine pour le repas de la journée;
- Se construire des cases qu'ils vont habiter durant tout l'hivernage. Cela leur permet de bien veiller sur leurs champs pour les protéger des ravageurs et de gagner du temps chaque matin. Ce type d'occupation est souvent dictée par le fait que le trajet entre le village et les champs est trop pénible pour se faire quotidiennement;
- Enfin, s'établir de façon définitive auprès de ces champs lointains tout en gardant son appartenance au village d'origine. L'occupant crée un hameau de culture. Il y trouve souvent assez d'eau pour sa famille et son bétail en plus des terres cultivables.

En saison sèche, le bétail est généralement laissé en divagation et il paît librement dans la brousse ou à côté des concessions. Il n'est pas surveillé durant cette partie de l'année, ce qui explique que les vols de bétail soient plus fréquents durant cette période de l'année. Durant la saison des pluies, le bétail est toutefois sous la garde d'un berger professionnel qui rassemble le plus souvent des bêtes appartenant à plusieurs villageois. Les enclos sont alors déplacés en brousse et les troupeaux ne viennent presque pas à côté des concessions là où se trouvent les cultures.

4.3.4 Activités productives et moyens de subsistance des populations

4.3.4.1 Agriculture

MÉNAGES ACTIFS DANS L'EXPLOITATION AGRICOLE

La majeure partie des ménages de la zone du projet ayant répondu à l'enquête, soit 530 sur 578 ménages (91,7 %) affirme exploiter des terres agricoles.

Le quartier de Sékhofara à Saraya et les grands villages comme Guémedji, Madina Baffé, Nafadji, Noumoufoukha et Saroudia représentent les gros effectifs de ménages actifs dans l'agriculture¹². Par ailleurs, bien qu'ils soient moins nombreux, tous les ménages de la quasi-totalité des hameaux de cultures (Kiribou, Kouréforé, Fandiandia) et des grands hameaux comme Diakha sont impliqués dans l'exploitation des terres. Les plus nombreux à n'avoir pas de terres sont de Saraya.

¹² Une fois encore, cela met en exergue la semi-ruralité de la ville de Saraya.

SUPERFICIES EXPLOITÉES

La situation des ménages qui exploitent des terres est très contrastée (tableau 4.3.18); en effet :

- Les surfaces exploitées les plus communes sont inférieures à 10 cordes, c'est-à-dire 2,5 ha par ménage;
- Près de 90 % des ménages exploitent au plus 10 cordes; parmi eux, il y en a qui exploitent moins d'un ha et ils représentent près de 30% des exploitants;
- Les ménages qui exploitent les moyennes (11 à 20 cordes; 21 à 50 cordes) et grandes surfaces (plus de 50 cordes) ne dépassent pas 14% des effectifs des exploitants.

Tableau 4.3.18 Nombre de ménages selon la surface moyenne exploitée

Superficie	Fréq.	%
Moins d'une corde	4	0,8
Entre 1 et 3 cordes	143	27,1
Entre 4 et 5 cordes	164	31,1
Entre 6-10 cordes	145	27,5
Entre 11-20 cordes	58	11
Entre 21-50 cordes	12	2,3
Plus de 50 cordes	1	0,2
Total	527	100

Note : une corde équivaut à 2 500 m² ou ¼ d'ha

CULTURES ET RENDEMENTS

Les cultures les plus répandues dans la zone du projet sont le maïs (42,0 %), le riz (28,0 %) et l'arachide (20,0 %) (tableau 4.3.19). À elles seules, elles représentent les neuf-dixièmes des déclarations de cultures enregistrées. Suivent ensuite, mais bien loin derrière, le manioc et le sorgho blanc. Ainsi, les cultures vivrières, surtout céréalières, constituent l'essentiel des spéculations recensées dans la zone du projet. Il est à noter que, dans la zone du projet, l'arachide est une culture vivrière et non pas de rente car sa production est autoconsommée sur place.

Les rendements des cultures ont été déterminés sur la base des quantités déclarées par les ménages enquêtés. Comme l'indique le tableau 4.3.19, la faiblesse des rendements assure quand même le bouclage du cycle de production de la plupart des cultures (on est dans la région la plus pluvieuse du Sénégal où les pluies dépassent les 1 000 mm par an) en dépit de la qualité de l'hivernage et de la qualité des sols. L'absence d'engrais et de bonne semence mais aussi le caractère rudimentaire du matériel agricole ne seraient pas étrangers à ces faibles rendements.

Tableau 4.3.19 Principales cultures des ménages et rendements

Culture	Ménages (fréq.)	%	Rendement		
			Moyen/corde (nb sacs)	Par ha (nb sacs)	Poids approx. par ha (kg)
Arachide	106	20,0	10	40	2 700
Fonio	2	0,4	2	8	400
Manioc	24	4,5	10	40	2 500
Mais	222	42,0	10	40	2 000
Niébé	1	0,2	2	8	400
Patate douce	3	0,6	5	20	1 200
Riz	148	28,0	10	40	2 000
Sorgho blanc	21	4,0	5	20	1 000
Sorgho rouge	2	0,4	10	40	2 000
Total	529	100,0	-	-	-

TYPES DE LABOUR DES CHAMPS

La presque totalité, soit 94 % de ceux qui exploitent des champs, font le labour à la main. Les ménages restant utilisent les vaches de trait attelées (5 %) et seulement deux ménages, tous de Nafadji, utilisent le tracteur.

Les conséquences d'une telle situation sont doubles :

- D'abord, le labour n'est pas fait selon les normes alors que ce sont des sols lourds (argileux et/ou rocailleux) qui existent dans la zone;
- Les superficies labourées ne peuvent pas être très grandes comme l'indique l'analyse de la taille moyenne des surfaces exploitées. En effet, faute de moyens matériels performants, les actifs agricoles ne peuvent exploiter de grandes surfaces puisque celles-ci sont hors de portée de leur force physique.

UTILISATION DE L'ENGRAIS

L'utilisation d'engrais chimique est peu répandue dans la zone du projet. En effet, seulement un ménage sur cinq (19,4 %) y ont recours. Le village de Nafadji où la moitié des ménages enquêtés utilisent l'engrais et le quartier de Sékhofara (Saraya) où près de 40 % des ménages le font constituent les deux exceptions à cette règle.

Les raisons d'une telle situation sont nombreuses, mais les principales sont les suivantes :

- Le prix de ces produits est hors de portée de la majorité des chefs de ménage;
- Il existe divers substituts à l'engrais comme le parage des animaux (en saison sèche dans les périmètres exploités pour profiter de la bouse des vaches), la jachère et la culture extensive.

Cela fait que les cultivateurs se ruent vers les terres nouvellement défrichées qui sont plus riches que celles qui sont habituellement exploitées.

4.3.4.2 Élevage

Les ménages détenteurs de cheptel représentent 67,3 % des effectifs totaux de la zone du projet. En d'autres termes un tiers des ménages ne possède pas de cheptel.

Les grands éleveurs se trouvent dans les hameaux de cultures qui sont souvent aussi des hameaux d'élevage; en effet, leurs habitants ont préféré s'éloigner du village centre pour disposer de plus d'espace ou d'eau pour leurs cultures mais aussi pour leur bétail. Dans ces hameaux, tels Kiribou et Kouréforé, il n'y existe pas de ménage sans cheptel. On trouve aussi de grands éleveurs dans les grands hameaux de Diakha, Kouloumindé, et Boféto ainsi que dans de grands villages comme Saroudia, Madina Baffé et

Nafadji. Dans le cas de Guémedji comme dans celui du grand quartier Sékhofara (Saraya), on trouve également des éleveurs mais beaucoup de ménages n'ont pas de cheptel.

Le cheptel détenu par les 389 ménages de l'échantillon s'élève à 5 662 têtes avec une nette prédominance de la volaille (canard, poulet, pintade) qui représente un peu plus de 3 000 individus, soit 54 % des effectifs. L'importance de la part de la volaille dans le cheptel s'explique par le fait ce sont les femmes qui la détiennent et s'en servent pour satisfaire leurs besoins de trésorerie (ex : paiement d'ordonnances ou de consultation médicale, frais de voyage, etc.).

Viennent ensuite les petits ruminants avec une nette domination des chèvres; elles représentent 17,6 % du cheptel soit la même proportion que les bovins. Les chèvres sont nombreuses car elles sont plus résistantes que les moutons aux épizooties.

Tableau 4.3.20 Ménages selon le type d'élevage et composition du cheptel

	Ménages (fréq.)	Part des ménages (%)	Têtes(nb)	Part du cheptel (%)
Ânes	3	0,8	30	0,5
Bovins	135	34,7	970	17,1
Canards	5	1,3	318	5,6
Chèvres	122	31,4	995	17,6
Moutons	38	9,8	615	10,9
Poulets	86	22,1	2 689	47,5
Pintades	-	-	45	0,8
Total	389	100,0	5 662	100,0

Si on considère qu'il y a 135 ménages qui détiennent les bovins, on obtient une moyenne de 7 bovins par ménage. Ceci rend compte d'une réalité de l'élevage du bovin qui est très handicapé par le fléau du vol de bétail, que plusieurs lient au banditisme transfrontalier. Pour cette raison, les éleveurs se risquent de moins en moins à accumuler de nombreuses têtes qui seront aussi plus difficiles à surveiller, à nourrir et à mettre à l'abri des maladies. Ainsi, malgré l'importance du bovin au niveau social (la dot de la mariée comprend une bonne partie en bovins) et au niveau économique (le bovin est une valeur refuge pour les épargnants), son élevage dans la zone du projet est nettement en perte de vitesse.

4.3.4.3 Orpaillage

L'orpaillage a connu un regain d'intérêt depuis quelques années, du fait de la découverte de nouveaux sites. Au moment de l'enquête socio-économique et de la réalisation de l'étude de référence sur l'orpaillage, les seuls sites d'orpaillage actifs étaient Boto 3, 5 et 6 et de Diakha-Sénégal.

STRUCTURE ORGANISATIONNELLE ET GESTION DES SITES

L'organisation et la structuration des sites reposent sur des normes et de règles communes qui contribuent à la stabilisation du groupe et qui fixent les conditions d'accès aux ressources en plus d'établir un système de juridiction et de contrôle. C'est cela qui permet aux populations locales d'être plus impliquées dans l'activité d'orpaillage et d'avoir une mainmise sur la production.

L'organisation hiérarchique de la gestion des sites d'orpaillage est la suivante :

- Chaque site est dirigé par un **Diouratigui** (chef de site; 0,15 % des orpailleurs selon l'enquête) considéré comme le chef de bataillon. Il est choisi par la population locale au sein des sages et des personnes âgées et intègres. Le Diouratigui n'est nullement celui qui possède la terre; en effet, la terre est un bien communautaire qui traditionnellement appartient au chef qui en fait la distribution pour n'importe quel usage. L'une des caractéristiques culturelles et sociales spécifiques à l'orpaillage concerne les sacrifices rituels (immolation des bœufs et de moutons) en vue d'attirer beaucoup plus de monde et surtout d'apporter la prospérité des sites. Cette tâche est dévolue au

Diouratigui. En cas de fouilles infructueuses ou de baisse de production, le Diouratigui est relevé de ses fonctions et remplacé par un autre sous prétexte qu'il est malchanceux;

- Viennent ensuite les **Tombolomaw**, groupe d'autodéfense qui surveille toute l'activité minière. Au nombre de 10 à 16 personnes, selon la taille du site, ils sont facilement repérables sur les sites par leur tenue bleue marquée d'épaulettes rouge. Appelés aussi « placeurs », ils fixent les règles d'accès aux sites et d'appropriation des puits aurifères. Ce sont eux qui sont en charge de la mise en œuvre des activités du site, son bon fonctionnement, le maintien de la sécurité à tous les niveaux (populations, puits aurifères et carrières) et la gestion des conflits. Mais surtout, ils sont en charge des prélèvements sur la production que doivent payer les orpailleurs aux autochtones. Les Tombolomaw sont choisis par la communauté au sein des personnes intègres, justes et soucieuses du développement de la société et, ont à leur tête un responsable choisi également par la communauté. Les conflits sont gérés en premier lieu par les Tombolomaw. S'ils n'y arrivent pas, l'affaire va chez le Diouratigui, si celui-ci ne parvient pas à la gérer, elle est portée chez le chef de village. Si l'affaire n'est pas réglée à ce niveau, elle remonte chez le Préfet puis le Maire et, si aucune issue n'est trouvée, elle est portée en justice. Cependant, les conflits parviennent que très rarement à ces derniers niveaux (Préfet, Maire, Justice) et ils sont généralement résolus localement;
- Enfin, les **Damatigui** sont les propriétaires de trou(s); selon l'enquête, ils représentent 25,8 % des effectifs d'orpailleurs. Ce sont généralement des personnes qui ont une grande expérience dans l'orpaillage ou qui ont des moyens financiers pour prendre en charge des groupes d'ouvriers orpailleurs. Ce sont des personnages incontournables qui, dans le sillage des Tombolomaw, participent à la règlementation de la vie sur le site. Dans le cas des sites de Boto, ce sont les Damatigui qui possèdent généralement une carte d'autorisation d'orpaillage à leur nom, distribuée par le gouvernement. Un Damatigui, à partir du moment où il a sa carte officielle d'orpailleur (réf. Législation sur les couloirs d'orpaillage du Sénégal) peut posséder autant de trous que lui permet sa capacité à les financer et de ce fait « légaliser » autant d'orpailleurs pour creuser¹³.

ORGANISATION DES TÂCHES

L'activité d'orpaillage se pratique généralement comme suit :

- Lorsqu'une personne veut entrer sur un site, il doit contacter dans l'ordre les personnes suivantes : le chef de village, le Diouratigui (auprès duquel il paye une taxe symbolique) puis s'associer avec un Damatigui qui va lui permettre de creuser un trou et généralement le financer;
- Le Damatigui a en charge le financement du trou (outils, nourriture, matériel, etc.) soit de part lui-même soit en s'associant avec une ou plusieurs personnes ayant des capacités financières suffisantes;
- Lors de l'orpaillage, des personnes sont chargées de creuser les trous (principalement des sénégalais issus de la population locale mais aussi quelques maliens et guinéens). Les femmes remontent les seaux et sont rémunérées en gardant 1/10. Ensuite, les tas sont faits et le matériau extrait est mis en sacs : sur 10 sacs, 7 sont pour le Damatigui (seul ou avec ses partenaires financiers) et 3 pour la/les personne(s) qui creuse(nt);
- Le transport par tricycle coûte 2 000 FCFA (*note : tarifs de Boto 5 vers Guémedji*) jusqu'au site de broyage et de traitement au bord du fleuve;
- Le broyage des matériaux coûte 7 500 FCFA par chargement de tricycle en cas de roche dure (meilleures teneurs) et descend jusqu'à 4 000 FCFA pour les roches plus tendres aux teneurs plus basses;

¹³ Même si dans la législation, les cartes font référence à des sites d'orpaillage autorisés et que ceux enquêtés ne le sont pas.

- Une fois le matériau concassé, les Damatigui se rassemblent pour procéder eux-mêmes au traitement (« question de confiance »), et c'est le plus jeune d'entre eux qui pratique le traitement sous les yeux des autres. À la dernière étape, lorsqu'ils brûlent pour consolider et agglomérer l'or extrait, l'acheteur est présent et ils finissent par deux pesées, une par le vendeur, une par l'acheteur. La procédure utilisée est la même pour les employés et indépendants mais aussi les responsables locaux qui sont rémunérés en nature;
- L'orpaillage sur les sites ne se pratique ni le vendredi (jour de la grande prière), ni le Lundi (« totem », jour de croyance locale) et ceux qui enfreignent cette règle se voit imposer des amendes;
- Des prélèvements sont faits pour les responsables locaux que sont le Chef de village, le Diouratigui et les Tombolomaw mais les données recueillies diffèrent en fonction des interlocuteurs et ne permettent pas de savoir exactement le montant de ces prélèvements (pour certains sites de Boto, ces prélèvements sont de 1 sac sur 10);
- En plus des prélèvements sur la production, les responsables locaux imputent des taxes pour les sacrifices rituels, et aussi pour l'utilisation des produits tels que le cyanure (là encore, l'importance des montants est difficile à préciser).

PARTICULARITÉS DE LA CONDUITE DES ACTIVITÉS D'ORPAILLAGE

La conduite des activités d'orpaillage repose sur trois modes d'organisation (familial, groupe et individuel) et cela pour la majorité des sites. À l'exception du site de Boto 3, l'organisation par groupe de travail est dominante.

Pour les populations des sites, l'orpaillage représente une activité permanente à 50,8 % (9 à 12 mois dans l'année) et une activité saisonnière à 49,2 % (moins de 9 mois dans l'année). Il ressort également de l'enquête d'Intersocial que 50,0 % des damatigui déclarent n'avoir aucune autre activité contre 49,5 % des employés et 32,7 % des indépendants. Ainsi, la majeure partie des populations d'orpailleurs n'a aucune autre activité alternative; pour ceux qui en ont, l'agriculture/l'élevage et le commerce sont les plus importantes des autres activités pratiquées. Dans la perspective d'une sortie de l'orpaillage, l'absence de pratique d'autres activités par certains individus pourrait d'ailleurs rendre leur reconversion difficile.

L'exécution des tâches sur les sites d'orpaillage demeure fortement traditionnelle (photo 4.3.3). Pour l'ensemble des sites enquêtés sur le permis Boto, trois catégories de technologie ont ainsi pu être identifiées :

- Artisanal (près de 80 %) : exécution totalement manuelle avec des instruments simples;
- Semi-Moderne (19 %) : exécution manuelle avec le recours à certaines machines (motopompes et concasseurs);
- Moderne (2 %) : utilisation de machines diverses (pompes, concasseur, marteaux-piqueurs, etc.) et de produits chimiques de traitement.

Au chapitre de la modernisation, les sites du permis Boto accusent d'ailleurs un certain retard sur les sites voisins de Siribaya au Mali.



Photo 4.3.3 Zone de traitement de Guémedji

Le recours à des produits de traitement est au contraire très élevé. En dépit d'une technologie largement artisanale, environ 80 % des orpailleurs utilisent des produits pour le traitement du minerai (mercure, détergent, eau de javel, autres). L'utilisation du mercure est très répandue et 2 personnes sur trois déclarent en utiliser sur le permis de Boto alors que le cyanure ne serait pas utilisé localement (figure 4.3.7).

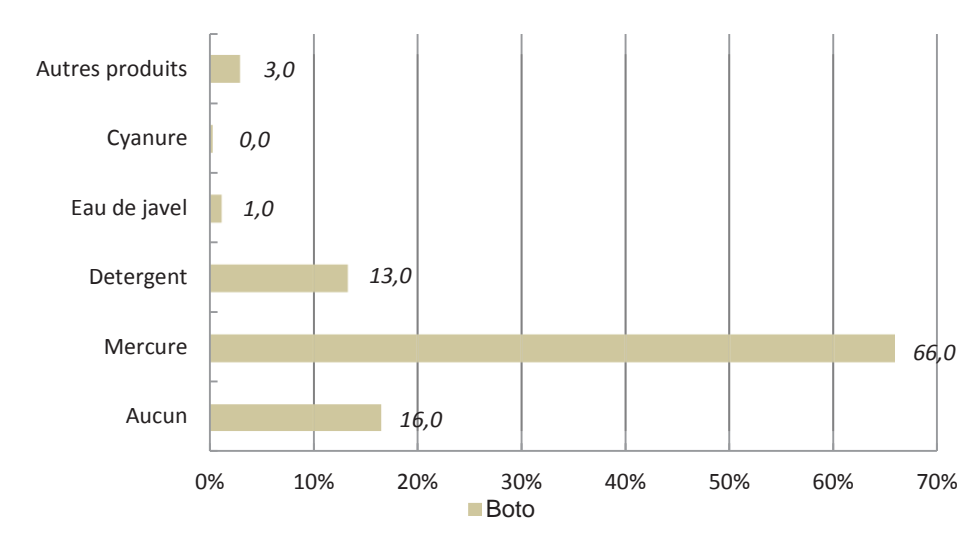


Figure 4.3.7 Usage de produits de traitement

Le traitement se fait essentiellement sur des zones dédiées au bord du fleuve et de ce fait engendre une pollution directe des cours d'eau. Des zones dédiées ont été identifiées presque pour l'ensemble des sites : Guémedji est la zone de traitement des minerais provenant de Boto 3, 5 et 6 alors qu'à Diakha Sénégal, des sacs seraient envoyés à Diakha Mali pour leur traitement. Malgré les résultats présentés sur la figure 4.3.7 où le cyanure est absent de la liste des produits de traitement utilisés par les orpailleurs, à Guémedji, une équipe de Burkinabé (ethnie Mossi) a mis en place une zone de traitement des stériles (stériles qu'ils achètent au village) grâce à un procédé simplifié de lixiviation au cyanure dans des bacs creusés à même le sol.



Photo 4.3.4 Dispositif de traitement au cyanure à Guémedji

SOURCES DE FINANCEMENT ET REVENUS

Selon l'enquête menée par Intersocial, les sources de financement des activités seraient diverses et variées suivant les sites. Les sources citées sont essentiellement le financement sur fonds propres et sur des fonds provenant d'une aide familiale et/ou des amis. Sur tous les sites du permis Boto, les fonds propres des individus s'affichent comme étant la principale source de financement des activités (entre 62 et 84 %). Suit ensuite l'aide fournie par les parents et amis alors que les crédits ou prêts et le financement par des patrons sont rares.

Selon les estimations de revenus annuels moyens fournis par les enquêtés, les activités exercées procurent des revenus consistants. Les gains vont de moins de 100 000 FCFA à plus de 10 000 000 de FCFA par an suivant les individus et les catégories d'orpailleurs (tableau 4.3.21). Ils sont surtout caractérisés par la non-régularité des revenus, surtout pour les indépendants et les employés.

Tableau 4.3.21 Estimation des revenus annuels moyens par site

Site d'orpaillage	Revenus estimés en FCFA (%)							
	moins de 100 000	100 000 à 200 000	200 000 à 400 000	400 000 à 600 000	600 000 à 800 000	800 000 à 1 000 000	1 000 000 à 10 000 000	plus de 10 000 000
Diakha-Sénégal	31,65	15,53	20,78	8,16	6,21	3,50	11,26	0,39
Boto 5	22,03	14,54	17,18	12,33	9,03	5,51	17,18	0,66
Boto 6	34,09	4,55	15,91	11,36	-	2,27	29,55	-
Boto 3	23,81	40,48	16,67	9,52	2,38	2,38	4,76	-

Les personnes ressources pensent que le motif principal de la ruée vers l'orpaillage est à rechercher dans la pauvreté, le manque d'autres activités génératrices de revenus ainsi que la diminution des revenus agricoles. Bien que les populations locales s'adonnent à l'orpaillage tout d'abord pour subvenir à leurs besoins, il est clair que pour une part minime mais grandissante des populations locales et pour les migrants, c'est pour faire fortune et avoir une vie meilleure. Quoi qu'il en soit, de l'avis de tous, l'orpaillage a amélioré les conditions de vie des populations.

ÉCOULEMENT DE LA PRODUCTION

Puisqu'ils doivent faire face aux besoins journaliers d'alimentation, les orpailleurs sont surtout dans une logique de gain quotidien. Ainsi, les gains d'or sont vendus chaque jour sur les sites d'orpaillage ou les

villages proches (par exemple, Guémedji pour Boto 3, 5 et 6, là où le traitement se fait) avant être écoulés le plus souvent à Bamako.

À Guémedji, pour les autochtones, les acheteurs sont principalement des guinéens, peu de maliens et très rarement des sénégalais. Pour leur part, les allochtones (maliens et burkinabés) de Guémedji vendent quasi-exclusivement à des maliens et pour beaucoup d'entre eux, directement à Bamako.

Les revenus obtenus des ventes journalières sont, pour la quasi-totalité des enquêtés, compris entre 15 000 et 20 000 FCFA, ce qui est loin d'être négligeable au regard des revenus pouvant être tirés d'autres activités dans la zone (agriculture, élevage, commerce).

4.3.5 Infrastructures socio-économiques de base

Les infrastructures socio-économiques existantes dans la zone du projet sont les suivantes :

- Les infrastructures éducatives (écoles primaires, case des tout-petits, Collèges d'enseignement moyen (CEM), lycées);
- Les infrastructures hydrauliques (forages à pompe manuelle et motorisés, puits hydrauliques et traditionnels);
- Les infrastructures socio-religieuses;
- Les infrastructures privées commerciales (boutiques, restaurants, magasins).

Les textes qui suivent font brièvement de la localisation ainsi que de l'état quantitatif et qualitatif de ces infrastructures.

4.3.5.1 Infrastructures éducatives

Les infrastructures éducatives locales sont caractérisées par leur nature peu variée; en effet, à l'exception de Madina Baffé, de Nafadji et de Saraya qui ont des collèges (en plus du lycée de Saraya), on trouve surtout des écoles primaires dans la zone du projet (tableau 4.3.22).

Tableau 4.3.22 Caractéristiques des infrastructures scolaires par localité

Localité	École primaire	Case des tout-petits	CEM	Lycée
Guémedji	1 (2 cl)	En construction	-	-
Diakha	1	-	-	-
Kouloumindé	1	-	-	-
Fadougou	-	-	-	-
Noumoufoukha	1 (4 cl dont 2 abris)	1 NF	-	-
Boféto	1 (1 cl)	-	-	-
Babouya	1 (2 cl)	-	-	-
Madina Baffé	1 (8 cl dont 4 abris)	1	1	-
Saroudia	1	-	-	-
Nafadji	1 (6 cl)	-	1 (8 cl)	-
Baïtilaye	1 (2 cl)	-	-	-
Saraya	1	1	1	1

Cl = salle de classe ; F = fonctionnel ; NF = non fonctionnel

Presque tous les villages ont une école primaire mais à l'exception de Nafadji, Madina Baffé et Saraya, aucune d'entre elles n'offre un cycle complet (6 classes). De plus, la moitié des villages qui ont une école primaire de 2 à 4 classes ou cours pédagogiques sont en abris provisoires ou ont des salles en abris provisoires (photo 4.3.5). Ces abris ne garantissent aucune sécurité aux élèves face aux risques liés à la présence d'animaux dangereux (serpents, scorpions, etc.) et ils n'offrent aucune fonctionnalité face aux pluies de mai et d'octobre de même qu'aux vents de poussière.



Photo 4.3.5 Salle de classe sous un abri provisoire

Les infrastructures scolaires ont un sérieux déficit de fonctionnalité; ainsi, aucune école n'a accès à l'électricité – si ce n'est celle de Saraya – l'eau courante manque dans la majorité des établissements et, enfin, il est rare de trouver une école clôturée.

Peu importe le type d'infrastructure, leur capacité d'accueil est insuffisante et ne permet pas de combler la forte demande. Devant l'insuffisance des classes physiques, les directeurs d'écoles sont obligés de rassembler plusieurs niveaux de cours dans une même salle augmentant et compliquant ainsi la charge de travail de l'enseignant. S'ajoutent à cela, la démotivation et l'absentéisme des enseignants en raison des difficultés de regagner son lieu de travail de même que des conditions d'existence et de travail pénibles.

Cette situation fait que l'accès à l'éducation reste une prouesse pour les ménages qui veulent scolariser leurs enfants. Certains parents d'élèves sont quelques fois obligés de trouver un parent situé dans un village où les conditions sont plus favorables pour lui confier leurs élèves. D'autres obligent leurs enfants à faire, au quotidien, un trajet de plusieurs kilomètres entre leur village et l'école. De là l'importance des cantines scolaires qui permettent à ces élèves de passer ma journée à l'école en ayant un repas sur place.

4.3.5.2 Infrastructures hydrauliques

L'accès à l'eau dans la zone du projet reste toujours problématique malgré le fait qu'elle se trouve pourtant dans la partie du Sénégal la plus arrosée par les pluies. Comme l'indique le tableau 4.3.23, les infrastructures hydrauliques sont très sommaires et elles ne garantissent pas toujours la disponibilité d'une eau potable aux populations qui en disposent.

En effet, il importe de rappeler que le forage manuel (photo 4.3.6), qui est le plus répandu, est souvent en panne. Dans plusieurs des villages de la zone du projet, au moins la moitié des forages est en panne et pour certains d'entre eux, comme à Boféto, l'eau est impropre à la consommation humaine. En plus, du fait de leur surexploitation, leur débit diminue. Et pis encore, la manipulation de la pompe s'avère souvent pénible pour les femmes et il n'est pas rare de voir ces dernières se faire aider par leurs enfants

Tableau 4.3.23 Caractéristiques des infrastructures hydrauliques par localité

Localité	Forage à pompe manuelle	Forage motorisé	Puits traditionnel
Guémedji	2 F/3NF	-	3 (temporaires)
Diakha	-	-	11 (temporaires)
Kouloumindé	-	-	3
Fadougou	-	-	7 dont 4 temporaires
Noumoufoukha	3	-	-
Boféto	2 à eau impropre	-	10
Babouya	1	-	-
Madina Baffé	2	-	-
Saroudia	1	-	8
Nafadji	4 NF	-	6
Baïtilaye	-	-	8
Saraya	-	1	1 grand situé à Founsamba et fréquenté par les femmes de tous les quartiers + une dizaine de petits puits localisés dans les concessions

NF = non fonctionnel

Pour sa part, le puits traditionnel (photo 4.3.7) est caractérisé par le fait qu'il tarit souvent du début mois d'avril jusqu'à la fin mai, laissant ainsi les populations en plein désarroi car c'est au même moment que l'eau manque dans les marigots et les rivières¹⁴.



Photo 4.3.6 Forage à pompe manuelle



Photo 4.3.7 Puits traditionnel

¹⁴ Par ailleurs, ces deux types de cours d'eau ne fournissent pas une eau propre à tous les usages.

Saraya, qui est pourtant la seule localité de la zone de projet disposant d'un puissant équipement hydraulique, n'est pas à l'abri des problèmes pour autant. Ainsi, le forage motorisé, avec château d'eau, éprouve toutes sortes de difficultés (photo 4.3.8). Non seulement le forage ne couvre pas tous les quartiers de la ville mais son débit est très faible si bien que les robinets installés dans les maisons desservies n'ont pas d'eau en période de pointe.



Photo 4.3.8 Forage motorisé avec château d'eau dans la Ville de Saraya

Malheureusement, l'enclavement, la dispersion de l'habitat et la faiblesse de la densité démographique de la zone du projet n'attirent pas les organismes d'appui (ONG, Fondation, projets et programmes) et ne motivent pas non plus l'intervention des Services techniques de l'État qui n'ont de toute manière que de maigres moyens.

4.3.5.3 Infrastructures socioreligieuses

Comme la seule religion de la zone du projet est l'Islam, les mosquées – petites et grandes – constituent les principales infrastructures socioreligieuses de la zone du projet (tableau 4.3.24). Hormis la ville de Saraya, seuls Madina Baffe, Saroudia et Guémedji sont dotés une grande mosquée, c'est-à-dire des mosquées susceptibles d'accueillir l'importante prière du vendredi. Les petites mosquées, qui sont les plus répandues, sont souvent de petites bâtisses en banco ou des abris en piquets avec un toit en paille.

Tableau 4.3.24 Répartition des mosquées par localité

Localité	Petite	Grande
Guémedji	-	1
Diakha	1	-
Kouloumindé	1	-
Fadougou	2	-
Noumoufoukha	1	-
Boféto	2	-
Babouya	1	-
Madina Baffé	-	1
Saroudia	-	1
Nafadji	2	-
Baïtilaye	1	-
Saraya	-	1

Au même titre que les mosquées, les cimetières restent toujours des lieux très importants pour les villageois. Les cimetières sont généralement des espaces dédiés, situés dans un bois proche du village et sans aménagement sauf pour ce qui est du désherbage. Toutefois, il arrive souvent qu'avec le temps, les tombes soient érodées et deviennent méconnaissables.

4.3.5.4 Infrastructures commerciales et ateliers artisanaux

Les principales infrastructures commerciales et ateliers de la zone du projet sont les boutiques, les ateliers de réparation mécanique (moto et auto) ainsi que les forges. Bien qu'ils s'agissent d'établissements privés, ceux-ci jouent un rôle social et économique important à telle enseigne que leur présence est signe de vitalité de l'économie du village où ils se trouvent.

En général, ce type d'infrastructure se développe rapidement lorsqu'un site productif d'orpaillage se déclare dans un village; par exemple, suite la découverte des sites d'orpaillage vers Kouloumindé et Fadougou, Guédiéme a connu des années florissantes à ce chapitre, particulièrement entre 2008 et 2010. Toutefois, leurs activités subissent de plein fouet les impacts négatifs de l'environnement local – notamment l'éloignement et l'enclavement – qui font que leurs coûts d'achats de marchandises sont augmentés par les frais de transport. Ainsi, le prix de vente des services ou des biens qui y sont offerts est relativement plus élevé que ceux qu'il est possible de se procurer dans les localités plus proches de Kédougou.

Parmi ces infrastructures, les plus répandues sont les boutiques (photo 4.3.9). Elles jouent un rôle très important en permettant aux populations locales d'accéder à des biens de consommation courante malgré les difficultés d'accès et l'éloignement qui les caractérisent. Ainsi, tous les grands villages ont des boutiques. Les plus florissantes sont habituellement gérées par des étrangers au village, voire au Sénégal (par exemple, la communauté maure). Les autochtones gèrent souvent les petits étals qui sont moins fournis en marchandises.



Photo 4.3.9 Deux types de boutiques rencontrés dans la zone du projet

La seconde activité commerciale en nombre correspond aux ateliers de réparation des motos qui sont aussi des lieux de vente de pièces détachées neuves ou d'occasion. Au vu du nombre important des motos dans la zone du projet, on devine bien toute l'importance de ces commerces. Cette activité est tellement lucrative qu'il y a des jeunes émigrés des pays voisins qui viennent l'exercer exclusivement.

Enfin, à côté des activités commerciales induites par la modernité, il y a la forge qui est plutôt traditionnelle (photos 4.3.10 et 4.3.11). Ces ateliers artisanaux restent toujours l'apanage des familles de forgerons qui ont su perpétuer la tradition jusqu'à nos jours. Il faut dire que la forge a toujours su s'adapter pour répondre aux besoins exprimés par la population. Bien qu'au début leur fonction principale était de fournir des armes aux rois et aux chasseurs, le créneau des forgerons a graduellement évolué vers l'outillage agricole au fur et à mesure où l'agriculture se développait dans la zone du projet. La possibilité de faire entretenir et réparer localement les outils agricoles voire même de trouver des pièces de rechange imitées est devenue cruciale pour les utilisateurs.



Photo 4.3.10 Forge à Saroudia



Photo 4.3.11 Forge à Nafadji

Mieux encore, le forgeron répond non seulement à ces besoins mais également à celui tout nouveau de l'outillage de l'orpailleur. Il y donc a maintenant des forgerons ambulants qui se déplacent d'un site d'orpaillage à un autre pour offrir leurs services. Certains forgerons prétendent même pouvoir aider les ateliers mécaniques des sociétés minières en confectionnant, sur demande, des pièces rares pour qui les sollicitent.

4.3.6 Santé et bien-être

4.3.6.1 Généralités

Un rapport sur le volet santé a été préparé par le Dr. Mayassine Diongue, spécialiste en santé publique et médecin environnementaliste. Son rapport d'expertise est présenté à l'annexe 4.3.1. Le texte ci-après résume les faits saillants de ce rapport.

4.3.6.2 La région de Kédougou

La région de Kédougou est très sensible en matière de santé du fait de sa position géographique (frontalière de la région de Tambacounda et des républiques sœurs du Mali et de la Guinée-Conakry) et des flux migratoires importants qui y sont enregistrés.

La plupart des maladies tropicales sont présentes même si certaines d'entre elles, jadis endémiques, sont actuellement bien maîtrisées voire leur transmission déclarée officiellement arrêtée (Onchocercose, Dracunculose). Toutefois, le risque de réémergence de ces maladies tropicales existe du fait de la migration

vers les sites d'orpillage par les populations des pays de la sous-région et un environnement écologique favorable. Cette situation constitue une menace supplémentaire notamment pour la santé des enfants dont le taux de mortalité (154 pour 1000) reste l'un des plus élevés du Sénégal.

4.3.6.3 Offre sanitaire et ressources humaines – RM de Kédougou

La région médicale (RM) de Kédougou est chargée de coordonner l'ensemble des activités sanitaires. L'espace régional sanitaire est subdivisé en 3 districts qui sont les zones opérationnelles du système de santé (Kédougou, Salemata et Saraya). Chaque district sanitaire (DS) dispose d'un centre de santé. L'absence d'hôpital régional fait du centre de santé de Kédougou, qui est le seul à disposer d'un bloc opératoire, le pôle hospitalier pour l'ensemble de la région.

Selon l'Agence nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, 2015), la région médicale de Kédougou compte 26 postes de santé (PS), dont 19 avec maternité, ainsi que 88 cases de santé (Cs), dont 80 seraient fonctionnelles (tableau 4.3.25). Les structures sanitaires privées sont faiblement présentes dans la région; en fait, il n'y a que 2 dispensaires privés catholiques (DPC) dont aucun dans le département de Saraya. Au total, le département de Saraya compte 41 infrastructures sanitaires dont les trois-quarts sont des cases de santé.

Tableau 4.3.25 Nombre d'infrastructures sanitaires par type et selon le département en 2013

Infrastructures	Kédougou	Salaméta	Saraya	Total Région
Hôpitaux	0	0	1	0
Centre de santé de référence (CS avec bloc opératoire)	1	0	0	1
Centre de santé de référence (CS sans bloc opératoire)	0	1	0	2
Postes de santé sans maternité	2	3	2	7
Postes de santé complets (avec maternité)	8	3	8	19
Cases de santé	41	17	30	88
Dispensaires privés catholiques (DPC)	1	1	0	2

Le district de Saraya offre 11 points de prestation de service (PPS); le tableau 4.3.26 présente l'information concernant la population desservie par le PPS de même que la distance à parcourir pour rejoindre celui-ci.

Dans l'ensemble, la répartition des infrastructures sur le territoire régional est assez correcte. Cependant, la construction d'un hôpital régional reste une urgente du fait que certaines interventions sanitaires ne peuvent se faire dans les centres de santé existants.

Le rapport médecin population est 1/14 677 (norme du PNDS 1 pour 10 000 hbts). La région compte 1 infirmier pour 2 484 habitants alors que la norme PNDS est de 1 pour 5 000 habitants.

Ainsi, la région de Kédougou est quand même bien pourvue en personnel qualifié (médecins et infirmiers) avec une bonne répartition au niveau des districts. Cependant, une bonne part du personnel est contractuel ou communautaire pris en charge par les comités de santé depuis plusieurs années. À cela s'ajoute le fait que la région ne dispose pas de spécialistes en médecine (pédiatrie et gynécologie). Les agents exerçant en zone très difficile d'accès ne bénéficient d'aucune motivation ce qui est une cause d'instabilité du personnel qui ne dure pas dans la zone. Le véritable défi est le maintien du personnel au niveau de la région, le personnel se renouvelle en permanence.

Tableau 4.3.26 Points de Prestation de service (PPS) du district de Saraya

Poste de Santé/Centre de Santé	Population desservie (2015)	Distance par rapport au Centre de Santé (en km)
Centre de santé	7 510	0
Sabodala	6 852	85
Khossanto	5 752	55
Missirah Sirimana	6 158	35
Saensoutou	3 589	75
Nafadji	2 517	30
Missirah Dantila	1 636	49
Madina Baffe	2 502	55
Saroudia	2 649	47
Bambadji	2 388	40
Diakhaba	2 163	31

Outre ses ressources officielles, la région de Kédougou bénéficie également du support de plusieurs dizaines de partenaires (organisations internationales et non-gouvernementales) oeuvrant dans divers domaines d'intervention dont notamment les suivants : renforcement du système de santé, santé communautaire, lutte contre les maladies tropicales (Bilharziose, Onchocercose), programme élargi de vaccination (PEV), santé maternelle et néonatale, survie de l'enfant, lutte contre le cancer du col de l'utérus, nutrition et sécurité alimentaire, lutte contre les maladies de l'eau et le paludisme ainsi que lutte contre les IST et le VIH-SIDA (entres autres les épidémies chez les populations migrantes).

Tableau 4.3.27 Ressources humaines de la région médicale (RM) de Kédougou

Catégories socio professionnelles	État	Municipal	Communautaire	Autre	Total
Médecins	10	0	1	0	11
Chirurgien dentiste	1	0	0	0	1
Infirmiers d'Etat	29	0	6	4	39
Assistants infirmiers	18	1	0	7	26
Assistants sociaux	2	0	0	0	2
Travailleurs sociaux	4	0	0	0	4
Sages femmes	40	0	3	10	53
Matrones	0	5	72	0	77
Agent de Santé Communautaire (ASC)	1	10	226	0	237
Dépositaire	0	2	14	0	16
TSGS	2	0	0	0	2
Bajenu Gokh	0	0	110	0	110
Relais	0	0	112	0	112
Chauffeurs	4	2	12	0	18
Infirmier breveté	1	1	0	0	2
Agent assainissement	1	0	0	0	1
DSDOM	0	0	50	0	50
TS en imagerie médicale	1	0	0	0	1
TS en odontologie	1	0	0	0	1
TS en anesthésie réanimation	1	0	0	0	1
TS Enseign/Admin	1	0	0	0	1
Pharmacien biologiste	2	0	0	0	2
TS biologiste	1	0	0	2	3
Secrétaire	0	0	1	1	2
Chargé courrier	2	0	1	0	3
				TOTAL	775

4.3.6.4 Statistiques de la santé - RM de Kédougou

Les postes de santé de la RM de Kédougou ont un volume de consultation plus important que les centres de santé (tableau 4.3.28). Au total, les postes de santé représentent plus de 83 % des consultations effectuées dans l'ensemble de la région médicale. Pour le district sanitaire de Saraya, c'est 100 % des consultations qui se font dans les PS. Cela démontre une fois de plus le rôle primordial de ces structures, surtout dans un contexte d'accès difficile voire d'inaccessibilité des centres de santé pour la majorité de la population.

Tableau 4.3.28 Cas consultants et consultations des postes de santé par district – RM de Kédougou

Districts sanitaires	Nouveaux cas vus et traités	Consultations des PS	PS/total (%)
Kédougou	33 534	32 457	96,8
Salemata	10 818	269	2,5
Saraya	24 053	24 207	100,0
Total Région	68 405	56 933	83,2

4.3.6.4.1 Santé de la reproduction**CONSULTATIONS PRÉNATALES (CPN)**

L'utilisation des structures de la région pour les CPN n'a pas connu de variation entre 2014 et 2015 (tableau 4.3.29). Cependant, il y a eu une nette amélioration dans le district sanitaire de Kédougou contrairement à Saraya où cet indicateur a connu une régression. Le taux d'achèvement de la région quant à lui reste encore faible à 15 %, malgré la progression (de 10 % en 2014 à 15 % en 2015); les progrès sont surtout notés au niveau des districts de Kédougou et de Salemata.

Tableau 4.3.29 Indicateurs sur les consultations prénatales par district (CPN)

Indicateurs	Kédougou		Salemata		Saraya		Total région	
	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)
Taux d'utilisation CPN	117	133	92	93	153	124	123	124
Taux d'achèvement CPN	11	23	17	22	8	8	10	15

Le maintien des femmes dans la dynamique des CPN, surtout à Saraya, reste une problématique qui n'est pas toujours liée à la géographie et au niveau de vie économique. L'insuffisance d'une dynamique communautaire de suivi des femmes enceintes, l'insuffisance de la sensibilisation des femmes et le faible niveau d'implication des hommes dans la santé de la reproduction (SR) sont autant de facteurs qui influent négativement sur le taux d'achèvement des CPN.

ACCOUchemENTS

Sur les 6 299 grossesses attendues en 2015, 3 977 femmes (soit 60 %) ont accouchées dans les structures de santé; 55 % des accouchements ont été assurés par un personnel qualifié (tableau 4.3.30). Les performances enregistrées tant en 2014 que 2015 s'expliquent par le renforcement en ressources humaines qualifiées et recrutées par l'État et les partenaires.

Tableau 4.3.30 Indicateurs des accouchements par district, période 2014-2015

Indicateurs	Kédougou		Salemata		Saraya		Total région	
	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)
Taux d'accouchement dans les structures	60	76	30	35	55	46	48	60
Taux d'accouchement assisté par un personnel qualifié	58	71	30	34	54	38	48	55
Taux d'accouchement sous partogramme	23	44	24	30	36	30	27	37
Taux d'accouchement réalisé avec GATPA	86	80	94	94	98	78	90	80

Au total, 1 193 des femmes ayant accouché dans les structures, soit 30 %, sont âgées de moins de 20 ans. Ces chiffres montrent l'importance de la précocité des mariages et de la sexualité chez les jeunes filles de la région de Kédougou avec ses corollaires de complications obstétricales.

Pour l'ensemble de la RM de Kédougou, la moyenne régionale du taux d'accouchement sous partogramme a aussi enregistré une augmentation de 10 % comparée à celle de 2014 malgré la faiblesse de l'indicateur en 2015 (37 %). Cependant, le taux de réalisation de la Gestion Active de la Troisième Période de l'Accouchement (GATPA) a connu une baisse. Elle s'est appliquée à 80 % des parturientes contre 90 % en 2014. Pour tous ces indicateurs, le district sanitaire de Saraya a été partout moins performant. En fait, Saraya a connu une période de turbulences ce qui est à l'origine parfois de ces contre-performances qui se sont répercutées sur les indicateurs régionaux. La différence observée entre le taux d'accouchement sous partogramme et le taux de réalisation de la GATPA s'explique surtout par la non disponibilité des outils pour le partogramme mais aussi sa non maîtrise par certains prestataires qualifiés. La majorité des agents n'a pas été orientée en Soins Obstétricaux et Néonataux d'Urgence (SONU).

MORTI-NAISSANCES

La réduction des morts nés et des décès de 0-28 jours reste toujours un défi dans la RM de Kédougou (tableau 4.3.31). En 2015, le taux de décès néonatal est de 13,29 pour 1 000 naissances vivantes avec une forte prédominance des 49 décès de 0-7 jours. Le taux de mortalité (de 0 à 1 an) est quant à lui de 47 pour 1 000 naissances vivantes. Ces indicateurs supérieurs à la moyenne nationale suggèrent le renforcement de la mise en œuvre et de la qualité du forfait de soins essentiels pour les nouveaux nés mais aussi de la qualité des CPN et surtout des accouchements.

Tableau 4.3.31 Répartition des naissances selon divers indicateurs-clés (2015)

Infrastructures	Kédougou	Salaméta	Saraya	Total Région
Total nouveau-nés vivants	2 731	369	1 111	4 211
Nouveaux-nés vivants avec poids < 2500 g	418	48	109	575
Nouveaux-nés vivants avec poids > 4000 g	100	2	29	131
Nouveaux-nés infectés	144	106	13	263
Nouveaux-nés frais	78	4	19	101
Nouveaux-nés macérés (<i>décédés avant l'accouchement</i>)	80	8	9	97
Décès 0-7 jours	28	9	12	49
Décès 8-28 jours	6	0	1	7

CONSULTATIONS POST NATALES (CPON)

Concernant la CPON, le niveau régional a enregistré des résultats très encourageants pour l'utilisation et l'achèvement comparé aux performances de 2014 (tableau 4.3.32). Malgré les progrès notés au niveau des trois districts de la RM de Kédougou, les taux d'utilisation (51 %) et d'achèvement (9 %) des CPON restent encore faibles. Pour le district sanitaire de Saraya, le taux d'utilisation a diminué entre 2014 et 2015 mais le taux d'achèvement a augmenté. L'enrôlement et le maintien des femmes pour le CPON doivent être améliorés. Ainsi, il s'agira surtout de faire la première CPON à toute femme ayant accouché dans les structures de santé avant la sortie de la maternité et d'impliquer la communauté (« Bajenu Gokh ») dans le suivi.

Tableau 4.3.32 Indicateurs de la Consultation Post Natale (CPON), période 2014-2015

Indicateurs	Kédougou		Salemata		Saraya		Total région	
	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)
Taux d'utilisation CPON	56	71	29	38	54	40	51	56
Taux d'achèvement CPON	5	22	24	33	14	17	9	21

COMPLICATIONS OBSTÉTRICALES

En 2015, l'avortement (249 cas) est la première cause des complications obstétricales directes, suivi de l'infection (148 cas), de l'éclampsie (126 cas) et des dystocies (101 cas) (tableau 4.3.33). Le district sanitaire de Kédougou, dont le centre de santé joue le rôle d'hôpital régional, a enregistré le plus grand nombre de complications (199/ 249) et de décès maternels (17/27) du fait surtout des références en provenance des autres Points de Prestation de Service (PPS) de la région.

Par ailleurs, malgré l'application du Traitement Préventif intermittent (TPI) et de la supplémentation en fer des femmes enceintes, le paludisme (368 cas) et l'anémie (188 cas) constituent les premières causes de complications indirectes. Ceci est surtout lié à la faiblesse des indicateurs de CPN (taux d'utilisation CPN, taux d'achèvement CPN et de TPI3).

Grace aux efforts consentis par les districts sanitaires, la région, les partenaires et l'État pour la réduction de la mortalité maternelle, la région a enregistré une baisse très significative : 27 cas enregistrés 2015 contre 52 cas en 2014. Cette année, le personnel sage-femme de la région a été renforcé et les agents des centres de santé ont bénéficié de formation sur la GATPA et les SAA SPNN.

Tableau 4.3.33 Complications directes et indirectes et des décès maternels par districts (2015)

Types	Kédougou	Salaméta	Saraya	Total Région
<i>Complication directes</i>				
Avortements	199	27	23	249
Infections	146	0	2	148
Éclampsies	106	9	11	126
Dystocies	101	0	0	101
HRP	45	8	3	56
HPP	30	1	0	31
RU	9	0	0	9
Fistules	4	0	0	4
GEU	1	0	0	1
<i>Complication indirectes</i>				
Paludisme	368	0	0	368
Anémie	183	5	0	188
Autres causes	950	0	0	950
Décès maternels	17	4	6	27

4.3.6.4.2 Programme élargi de vaccination

La RM de Kédougou affiche un bon taux de couverture vaccinale avec 104 % de la cible vaccinée au BCG, 99 % au Penta3, 96 % au RR1 et 85 % d'enfants complètement vaccinés. La couverture en VAT2+ est quant à elle de 107 % (figure 4.3.8).

Ces chiffres cachent toutefois l'existence de disparités entre les districts. En effet le district de Kédougou a affiché des pourcentages dépassant les 100% contrairement au district sanitaire de Salemata qui peine à atteindre les 80%. Les mouvements des populations vers le département de Kédougou et les zones aurifères pourraient être à l'origine des pourcentages si élevés, alors que le faible taux (surtout à Salemata) s'explique par l'inaccessibilité géographique surtout pendant la saison des pluies.

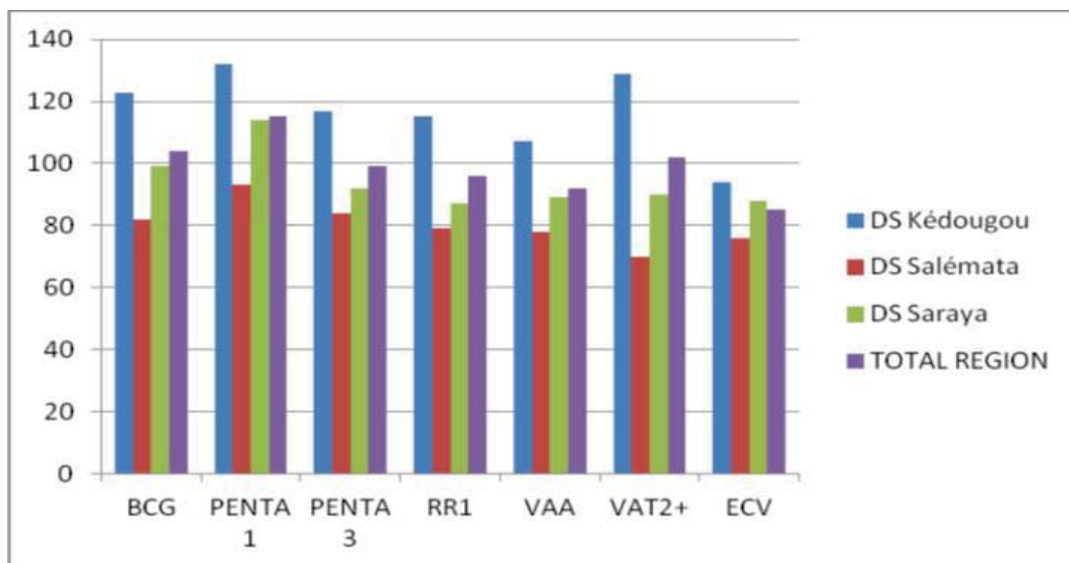


Figure 4.3.8 Couverture vaccinale par antigène et par district (en %)

Le taux d'abandon pour le BCG/RR1 reste acceptable pour la région (7,3%), contrairement au taux d'abandon Penta1/Penta3 qui est de 14% avec un pic de 19% pour le district de Saraya. Cette situation paradoxale s'explique par le faible niveau de recrutement des enfants au BCG. Le nombre d'enfants qui abandonnent le système de vaccination sans pour autant terminer la série vaccinale est en nette régression au niveau de tous les districts, excepté à Salemata où le taux d'abandon Penta1/Penta2 a connu une légère hausse. Ainsi, il faut non seulement maintenir les enfants dans le cycle de la vaccination mais aussi améliorer l'enrôlement des enfants dès dès la naissance au BCG.

4.3.6.4.3 Surveillance épidémiologique (SE)

La surveillance épidémiologique (SE) des maladies a toujours été un défi pour la RM de Kédougou du fait de l'existence de frontières très poreuses avec les républiques sœurs de Guinée Conakry et du Mali. Les objectifs de surveillance ont été atteints pour la paralysie flasque aiguë (PFA) de la poliomyélite, la Rougeole et Fièvre Jaune (FJ). Aucun cas suspect de méningite et de choléra n'a été signalé dans la région.

Dans le district sanitaire de Kédougou, la surveillance a permis de confirmer 4 cas de rougeole entre février et mars 2015. Ces cas furent à l'origine de la déclaration de la première épidémie de rougeole dans la région. La confirmation de 3 autres cas de rougeole en août 2015 dans le district de Kédougou et d'un cas dans le district de Saraya ont entraîné le déclenchement d'une seconde épidémie. Ces deux épidémies ont fait l'objet d'investigations et de ripostes vaccinales. Les enfants touchés lors de ces épidémies étaient presque tous des enfants d'origine étrangère avec un statut vaccinal à la rougeole nul. La riposte à ces épidémies de rougeole a permis de vacciner respectivement 7 503 et 548 enfants lors de la première et de la seconde riposte.

En août 2015, la RM de Kédougou a connu une épidémie de chikungunya avec 21 cas confirmés par le laboratoire de l'Institut Pasteur. Appuyée par la Direction de la prévention du Ministère de la Santé et de l'Action Sociale du Sénégal, la région sanitaire a mené une investigation suivie d'une riposte.

Le district de Kédougou a notifié un cas de rumeur de ver de Guinée qui a été investigué.

Enfin, la surveillance Ébola a été intensifiée surtout au niveau des frontières, il y eu au total 2 fausses alerte et pas de cas suspect. Cependant, avec l'appui des partenaires, un exercice de simulation de cas a été organisé et les travaux (pavage, clôture, alimentation en eau et en électricité) du centre de transit Ébola terminés.

4.3.6.4.4 Lutte contre le paludisme

La RM de Kédougou demeure toujours une zone de forte prévalence palustre (zone rouge) avec une incidence de 302 pour 1 000 habitants (tableau 4.3.34). Le district de Kédougou enregistre l'incidence la plus élevée avec 354 pour 1 000 habitants, Salamata 346 pour 1000 habitants et Saraya 203 pour 1 000 habitants. Cette situation peut s'expliquer par le rôle de pôle hospitalier régional que joue le centre de santé de Kédougou.

Sur un total de 187 décès en hospitalisation enregistrés dans la RM de Kédougou (dont 19 dans le district sanitaire de Saraya), 44 étaient dus au paludisme grave (19 à Saraya), incluant 14 cas par neuro-paludisme.

Tableau 4.3.34 Cas déclarés de paludisme en consultation externe et en hospitalisation

Types	Kédougou	Salaméta	Saraya	Total Région
<i>En consultation externe</i>				
Total Consultations - toutes affections confondues	69 128	39 236	21 886	130 250
Cas de paludisme confirmés - femmes enceintes	464	296	112	872
Cas de paludisme - enfants < 5 ans	3 597	2 529	1 651	7 777
Cas de paludisme – enfants > 5 ans (<i>excluant les FE</i>)	14 371	8 168	5 540	28 079
<i>En hospitalisation</i>				
Total Consultations - toutes affections confondues	1 698	263	160	2 121
Cas de paludisme confirmés - femmes enceintes	92	25	16	133
Cas de paludisme - enfants < 5 ans	203	58	10	271
Cas de paludisme – enfants > 5 ans (<i>excluant les FE</i>)	368	84	94	546

4.3.6.4.5 Lutte contre la tuberculose

En 2015, 49 cas de Tuberculose Pulmonaire à Microscopie positive (TPM+) ont été enregistrés dans la RM de Kédougou dont 39 dans le district sanitaire de Kédougou, 3 à Salameta et 7 à Saraya. Les hommes comptaient pour 38 cas contre 11 seulement chez les femmes. Les hommes de 25-34 et 35-44 ans ont été les plus touchés avec un total de 26 cas, soit plus de 50 % de tous les cas recensés. Un seul enfant de moins de 14 ans, recensé dans le DS de Saraya, a été diagnostiqué pour tuberculose sur l'ensemble des patients enregistrés; cette situation pourrait se justifier par la faible recherche de la tuberculose chez l'enfant.

On n'a pas noté de cas de tuberculose multi-résistante (TB MR) durant l'année 2015.

Au cours de la période 2014-2015, le taux de guérison a baissé pour l'ensemble des districts, passant de 79 % en 2014 à 62 % en 2015. Dans le district sanitaire de Saraya, le taux de guérison qui n'était que de 50 % en 2014 a chuté à seulement 38 % en 2015. Ces décès ont souvent pour cause un dépistage tardif de la Tuberculose (TB). S'ajoute également à cela les effets de la mobilité de la population puisque des patients originaires pour la plupart de la sous sous-région ont préféré retourner à leur pays d'origine pour continuer le traitement. De plus, les cas transférés (6 % en 2015) ne sont pas suivis et l'issue de leur traitement n'est pas évaluée par les Centre de Dépistage et de Traitement (CDT).

Il importe de souligner que le taux de détection de la tuberculose dans la région de Kédougou reste faible (30 % en 2014 contre 31,50 % en 2015) même si une légère amélioration est notée en 2015. Cette situation s'expliquerait par la faiblesse de la détection passive et une absence de détection active autour des cas.

4.3.6.4.6 VIH/ SIDA et IST

PRÉVALENCE ET STRUCTURES DE PRISE EN CHARGE

Située dans le sud-est du Sénégal, la région de Kédougou regroupe les zones à forte prévalence. Selon l'Enquête Démographique et de santé (EDS V), son taux de prévalence VIH est à 1,7 %, soit 2,5 % pour les femmes et 0,7 % pour les hommes.

La vulnérabilité de la région dépend surtout de la forte concentration humaine dans certaines zones du fait de l'orpaillage traditionnel, de sa position limitrophe avec le Mali et la Guinée ainsi que de la pauvreté des populations. Région frontalière, Kédougou est en effet sujette aux vastes mouvements de populations pour des raisons économiques en lien avec l'orpaillage traditionnel. La présence des zones « diouras » (zones aurifères) favorise le développement de comportements sociaux et, surtout, sexuels à risque. La présence de 2587 Professionnelles du Sexe (PS) ou Travailleuses du Sexe (TS) inscrites dans les structures de santé en 2014 en est une parfaite illustration.

Selon l'Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal II (ESPS II) de 2010-2011, l'incidence de la pauvreté est de 71,3 % dans la région de Kédougou tandis qu'au niveau national celle-ci est à hauteur de 46,7 %.

Malgré tous ces facteurs de vulnérabilité, les efforts des acteurs de la riposte dans la région (Comité Régional de Lutte contre le Sida (CRLS), Comité Départemental de Lutte contre le Sida (CDLS), prestataires, partenaires et société civile) ont permis d'enregistrer des résultats encourageants.

Ceux-ci sont soutenus par les diverses structures ou sites de prise en charge du VIH dont la région est dotée (tableau 4.3.35). Concernant les structures de prise en charge, il n'y a pas eu d'évolution par rapport à 2014. Cependant, on note une absence de centre conseil ado dans les départements de Saraya et de Salemata et une absence de Centre de Traitement Ambulatoire (CTA) au niveau de la région.

Tableau 4.3.35 Structures ou sites de prise en charge du VIH

Indicateurs	Kédougou		Salemata		Saraya		Total région	
	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)	2014 (%)	2015 (%)
Sites PEC TS (Centre réf. IST)	1	1	0	0	1	1	2	2
Service de Diagnostic Volontaire et Anonyme (SDVA)	1	1	1	1	1	1	3	3
Centre Conseil Ado (CCA)	1	1	0	0	0	0	1	1
Sites PTME	11	11	7	7	11	11	29	29
Sites PEC adultes	1	1	1	1	1	1	3	3
Sites PEC enfants	1	1	1	1	1	1	3	3

PRISE EN CHARGE DES PROFESSIONNELLES DU SEXE (PS)

Entre 2014 et 2015, le nombre de nouvelles PS inscrites dans les sites est passé de 1 766 à 2 020, soit une augmentation de 14 % (tableau 4.3.36). Au total, 586 PS ont fait un test dépistage du VIH/Sida et seulement 11 d'entre elles ont obtenu un résultat positif. Plus d'efforts devraient être focalisés sur le dépistage de cette cible afin d'atteindre l'objectif de dépister 90 % de celle-ci. Toutefois, la constante mobilité des professionnelles du sexe (PS) rend leur prise en charge difficile.

Tableau 4.3.36 Indicateurs de la prise en charge des professionnelles du sexe (PS)

Indicateurs	Anciennes		Nouvelles		Total	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
PS inscrites à la fin de l'année	1 766	2 020	-	-	1 766	2 020
Nouvelles PS inscrites durant l'année	-	-	428	181	428	181
PS inscrites et suivies durant l'année	1 871	981	716	181	2 587	1 162
PS inscrites au fichier d'un autre centre et suivies dans le site	4	-	0	-	4	-
PS non inscrites au fichier et suivies dans le site (clandestines)	115	1	50	0	165	1
PS qui ont fait un dépistage volontaire du VIH et qui connaissent leurs résultats	1 207	402	557	184	1 764	586

PRISE EN CHARGE DES INFECTIONS SEXUELLEMENT TRANSMISSIBLES (IST)

Entre 2014 et 2015, tous les types d'infection ont connu des accroissements dans le RM de Kédougou (tableau 4.3.37); bien que les ulcérations génitales (+123,1 %) aient connu la plus forte augmentation en pourcentage ce sont les écoulements génitaux qui se sont le plus accru en nombre absolu (+ 404 cas). Bien que le nombre de test réalisés pour la syphilis ait pratiquement doublé au cours de la période 2014-2015, les cas positifs diagnostiqués sont restés pratiquement les mêmes pour ces deux années. Ainsi, la part des diagnostics positifs a presque diminuée de moitié en l'espace d'une année.

Les femmes ont été les plus exposées à cette maladie d'où la nécessité de mener des actions de sensibilisation ciblées. Le diagnostic des femmes lors des consultations prénatales (CPN) pourrait avoir une influence sur le degré de prévalence par rapport aux hommes.

Tableau 4.3.37 Cas d'Infections Sexuellement transmissibles (IST) en 2014 et 2015 - RM de Kédougou

Indicateurs	Total RM de Kédougou		
	2014	2015	Var. 2014-2015 (%)
Écoulement génital	484	888	83,5
Ulcération génitale	26	58	123,1
Douleurs abdominales basses	347	760	119,0
Nombre de tests syphilis réalisés	588	1 117	90,0
Cas positifs de diagnostic au laboratoire	14	15	7,1
Part des diagnostics positifs (%)	2,4	1,3	-

PRÉVENTION DE LA TRANSMISSION MÈRE-ENFANT (PTME) DU VIH

Dans la RM de Kédougou, les activités de Prévention de la transmission mère-enfant (PTME) du VIH ont connu des progrès significatifs entre 2014 et 2015 passant de 5 736 à 7 144 femmes enceintes dépistées (tableau 4.3.38). Ces résultats sont essentiellement tributaires de la performance du district sanitaire de Kédougou puisque ceux de Salameta (- 34) et Saraya (- 69) ont tous deux connus des diminutions. Même si la proposition du test est systématisée dans l'ensemble de la RM de Kédougou, la réalisation n'est jamais maximale dans aucun des trois districts de la région.

Le taux de séropositivité chez les femmes enceintes de la région est passé de 0,5 à 1,54 % entre 2014 et 2015, traduisant ainsi une volonté de meilleur ciblage du test. Dans le district sanitaire de Saraya, le taux de séropositivité a doublé au cours de cette même période (de 0,40 à 0,89 %) bien qu'ayant diminué en nombre absolu (de 8 à 6 femmes enceintes séropositives).

Tableau 4.3.38 Statistiques de Prévention de la transmission mère-enfant (PTME) du VIH, 2014-2015

Indicateurs	Kédougou		Salemata		Saraya		Total région	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Femmes enceintes vues pour la 1 ^{re} CPN	2 604	4 313	833	799	2 537	2 437	5 974	7 549
Femmes enceintes chez qui le test de dépistage VIH a été proposé	2 495	4 019	833	799	2 543	2 432	5 871	7 250
Femmes enceintes qui ont accepté de faire le test de dépistage VIH	2 442	3 990	833	799	2 529	2 460	5 804	7 249
Femmes enceintes qui ont fait le test de dépistage VIH	2 442	3 925	833	799	2 461	2 442	5 736	7 166
Femmes enceintes qui ont retiré le résultat de leur test de dépistage VIH	2 442	3 897	833	775	2 461	2 442	5 736	7 144
Femmes enceintes dont le test de dépistage VIH est positif	17	73	5	17	10	22	32	112
Taux de séropositivité au VIH des femmes enceintes (%)	0,65 %	1,82 %	0,60 %	2,19 %	0,40 %	0,89 %	0,50 %	1,54 %
Nombre de Femmes enceintes (FE) séropositives au VIH nouvellement mises sous TARV	16	20	5	4	8	6	29	30

4.3.6.4.7 Éducation et information pour la santé

Dans le cadre de la mise en œuvre des activités de communication pour le changement de comportement et de changement social ainsi que le renforcement des capacités des prestataires sur la communication et la satisfaction des besoins en supports de communication, le bureau régional de l'éducation et de l'information pour la santé a réalisé les activités suivantes :

- Planification et exécution des formations des agents de prévention et de promotion sur la communication et sur la santé de la reproduction (SR) dans les districts de Kédougou, Saraya et Salemata avec l'appui de l'Agence pour le Développement du Marketing Social (ADEMAS);
- Communication, axée sur le paludisme par la diffusion de spots en langues locales et la réalisation d'émissions radio, accompagnant la campagne de la chimio-prévention du paludisme saisonnier (CPS) avec l'appui du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP);
- Sensibilisation sur la Maladie à Virus Ebola (MVE). Celle-ci a occupé une grande partie des communications au niveau de la région de Kédougou avec l'orientation de 12 Directeurs et animateurs de radio sur la promotion des pratiques familiales essentielles avec l'appui de l'Unicef, mais aussi la réalisation et la diffusion de 120 émissions de studio, 24 émissions décentralisées et de 500 spots sur la maladie à virus Ébola et la promotion des pratiques familiales essentielles. La formation de 15 enseignants et 3 maitres coraniques et de volontaires sur la maladie à virus Ébola (MVE) avec l'appui du Réseau Africain du Développement Intégré (RADI) ont aussi participé au renforcement des connaissances des populations sur la maladie;

- Renforcement, grâce à l'appui de l'Unicef, des compétences des équipes cadre de région (ECR), des équipes cadre de district (ECD) et des partenaires sur la communication centrée sur l'Alimentation et la Nutrition du Jeune Enfant (ANJE) (30 personnes formées).

Concernant les outils de communication, 30 affiches sur la PF, la prise en charge du paludisme, la solution hydro-alcoolique(SHA) et 30 boites à image sur la planification familiale(PF) ont été mis à la disposition des structures de santé avec l'appui d'Intrahealth.

Même si des efforts sont notés dans la communication, il est à signalé l'absence d'un plan de communication régional, l'insuffisance des outils de communication et un déficit dans la communication de proximité.

4.3.6.5 Offre sanitaire et indicateurs-clés de santé sur la zone du projet minier Boto

INDICATEURS-CLÉS DE SANTÉ – STATISTIQUES OFFICIELLES

Dans la zone du projet minier de Boto, l'offre sanitaire se limite au Centre de santé (CS) de Saraya, au Poste de santé (PS) de Madina Baffe et, dans une moindre mesure, à la case de santé de Guémedji qui ne fait que le traitement des cas de paludisme simple, le suivi communautaire de la croissance de l'enfant et la distribution de préservatifs. La population couverte par le poste de santé de Madina Baffe est passée de 2 389 habitants en 2013, à 2 449 en 2014 puis à 3 116 en 2015 soit des augmentations respectives de 60 (2013-2014) et 727 habitants (2014-2015).

Globalement, l'offre de soins de santé primaires aux environs du projet Boto est essentiellement prodiguée au niveau du Poste de santé de Madina Baffe qui compte : 1 Infirmier Chef de Poste (ICP), 1 Sage-Femme d'État (SFE) ainsi que 2 Agents de Santé Communautaires (ASC).

Les pathologies cardiovasculaires, seules maladies chroniques répertoriées au niveau du poste de santé de Madina Baffe, sont passées de 4 cas (0,2 %) en 2013 à 8 cas (0,26 %) en 2015 (tableau 4.3.39). Cependant, un seul cas de décès a été noté en 2015.

Tableau 4.3.39 Indicateurs clés sur le Poste de Santé de Medina Baffé, 2013-2015

Indicateurs	2013	2014	2015
Taux de prévalence des maladies chroniques :			
Cardio-vasculaires (%)	0,20	0,04	0,26
Pulmonaires (%)	0	0	0
Diabète (%)	0	0	0
Cancer (%)	0	0	0
Drépanocytose (%)	0	0	0
Décès dans la structure de sante suite à ces maladies chroniques	0	0	1
Accidents ou traumatismes venus dans la structure et qui seraient liés à l'exploitation des mines	31	35	3
Taux d'utilisation de méthodes contraceptives (%)	9,65	11,89	10,19
Taux de prévalence du SIDA dans la zone (%)	0,08	0	0
Taux de prévalence du paludisme dans la zone (%)	7,45	12,20	9,63
Taux de prévalence de d'hématurie dans la zone (%)	0,04	0	0,03

Les taux de couverture vaccinale (BCG, Penta 1 et Penta 3) sont tous supérieurs au seuil national recommandé de 90 % pour tous les antigènes (Ag) confondus chez les enfants de 0 à 23 mois (tableau 4.3.40). Dans tous les cas, ils ont même dépassé les 100 % de couverture. Le dépassement de la population d'enfants cibles de la zone couverte par le poste de santé de Madina Baffe pourrait sembler-t-il s'expliquer du fait de l'afflux permanent de mères de famille avec leurs enfants, associés aux groupes familiaux à la recherche d'or sur les sites d'orpaillage de la zone du projet Boto.

Tableau 4.3.40 Indicateurs sanitaires de base pour le couple mère-enfant, 2013-2015

Indicateurs	2013	2014	2015
Taux de couverture vaccinale :			
BCG - contre la tuberculose (%)	121	139	83
Penta 1 (%)	132	138	151
Penta 3 (%)	102	108	107
ECV - enfants complètement vaccinés (%)	89	96	83
Taux de mortalité maternelle (%)	0	0	0
Taux de mortalité des < 5 ans (%)	0	0	0,33
Taux de prévalence de la malnutrition aigüe modérée (MAM) chez les enfants de < 5 ans (%)	0,33	4,00	2,15
Taux de prévalence de la malnutrition aigüe sévère (MAS) chez les enfants de < 5 ans (%)	0,33	0,36	0,50

La mobilité et l'instabilité des mères d'enfants pourraient également expliquer les faibles taux de couverture des ECV enregistrés pour la période 2013 à 2015 qui sont presque tous inférieurs au seuil de 90 %. Ces mères, qui participent à la recherche de l'or, relègueraient souvent au second plan, le suivi de l'état vaccinal de leurs enfants, en particulier, et de l'état de santé de ces derniers, en général. Ainsi, le suivi du calendrier vaccinal des enfants, de la naissance jusqu'à 9 mois, puis des rappels vaccinaux jusqu'à 23 mois est irrégulier et incomplet. Pour combler ces faibles taux de couvertures, des stratégies avancées de vaccination sont organisées par l'ICP au niveau des villages éloignés du poste de santé. Selon l'information recueillie lors de focus group, des équipes de vaccinateurs viendraient régulièrement dans les villages, tous les 1 à 2 mois, pour vacciner les enfants.

Le poste de santé de Madina Baffe n'a enregistré aucun cas de décès maternel au cours de la période 2013 à 2015 (tableau 4.3.40). Toutefois, au vu des conditions de vie difficiles (accès routier inexistant ou difficile, approvisionnement en eau souvent déficient, ni de structures de santé proches et villages enclavés) et de l'état sanitaire précaire des villageois aux alentours du projet Boto, cette statistique semble irréaliste. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que, d'une part, les cas de maladies graves chez les mamans sont transférés directement vers le centre de santé de Saraya et que, d'autre parts les cas de décès maternels dans les villages ne sont pas audités et donc pas répertoriés dans les registres du poste de santé. D'ailleurs, les résultats des focus group indiquent que quelques femmes en âge de reproduction (FAR), c.-à-d. âgées de 15 à 49 ans, sont décédées durant les 12 derniers mois : une FAR de 16 ans décédée à la suite de l'accouchement de son 2^e enfant (mort-né) au village de Diakha de même que 4 FAR décédées au village de Guémedji dont 1 de HTA et les trois autres de causes inconnues. Malheureusement, tous ses cas de décès survenus dans les villages n'arrivent pas au niveau des structures de santé ou bien ne sont pas notifiés.

Le taux de mortalité des moins de 5 ans était de 0 % en 2013 et en 2014 et de 0,33 % soit 2 cas de décès en 2015 (tableau 4.3.40). Ces faibles taux de décès ne sont toutefois pas corroborés par les résultats des focus group qui indiquent que le nombre d'enfants de moins de 5 ans décédés dans le village durant les 12 derniers mois était en moyenne supérieur à 20 à Diakha et à Guémedji contre aucun cas à Kouloumindé.

Les causes de ces décès chez les moins de 5 ans étaient cependant méconnues des villageois pour la plupart des cas. Généralement, les principales causes de décès évoquées chez ces enfants sont : le paludisme, la malnutrition (fièvre et gonflement des jambes) et la diarrhée.

L'espérance de vie des villageois n'est pas notifiée dans les registres des structures de santé. Cependant, lors des focus group, elle a été estimée en moyenne à 75 ans chez les hommes et inconnue chez les femmes. Ces dernières n'ont même pas une idée exacte de leur propre âge et celui de leurs voisines du fait de leur analphabétisme¹⁵. Les principales causes de décès habituellement en cause chez les adultes sont : les douleurs et ou gonflements de l'abdomen, les vers intestinaux, les douleurs aux pieds ainsi que les maladies cardiovasculaires. Si la plupart des causes de décès était méconnue des villageois, les conditions de vie difficiles et surtout le manque d'eau ont toutefois été fortement incriminés par ceux-ci.

Les taux de prévalence de la malnutrition aigüe modérée (MAM) chez les enfants de moins de 5 ans étaient de 0,33% soit 8 cas en 2013, de 4 % soit 19 cas en 2014 et de 2,15 % soit 13 cas en 2015 (tableau 4.3.40). Les taux de prévalence de la malnutrition aigüe sévère (MAS) chez les enfants de moins de 5 ans étaient de 0,33 % soit 8 cas en 2013, de 0,36 % soit 2 cas en 2014 et de 0,5 % soit 3 cas en 2015 (tableau 4.3.40).

Concernant leur état nutritionnel, les focus group ont permis d'apprendre que les villageois n'assurent pas régulièrement les trois repas surtout pendant la période de soudure (mois d'août et septembre) du fait essentiellement de leur pauvreté. En moyenne, seuls les deux-tiers des ménages peuvent assurer les trois repas. Selon les participants, les principaux facteurs explicatifs de ces difficultés nutritionnelles sont : la pauvreté, le manque de revenus (malgré leur volonté à travailler dans les sites d'orpillage traditionnels) puis le faible rendement des récoltes des deux dernières années avec la destruction des cultures de maïs suite à l'inondation de 2015. Cependant, le constat le mieux partagé dans le cadre des focus group est qu'il n'y a pas beaucoup de cultivateurs dans cette zone malgré que la pluie soit abondante et les terres fertiles. En effet, les adultes sont plus dans l'orpillage que dans l'agriculture. Ainsi, ces deux phénomènes (chômage des adultes et périodes de soudure) accentuent les mauvais états nutritionnels des ménages et rendent les conditions de vie plus difficiles.

Enfin, quelques problèmes sociaux ont été mentionnés par les villageois rencontrés lors des focus group, à savoir : la délinquance, la violence, la prostitution et le vol de bétail.

4.3.7 Patrimoine archéologique

La description du patrimoine archéologique a été réalisée par le Dr. Mustapha Sall du Département d'histoire de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Son rapport d'expertise est présenté à l'annexe 4.3.2. Les sections ci-dessous présentent un résumé dudit rapport.

4.3.7.1 Généralités

La région sud-est du Sénégal Oriental, devenue célèbre pour ses innombrables gisements miniers aurifères du cercle de Kédougou (notamment à Saraya, Salamata, Mako et Sabodala) et fauniques du Parc Niokolo Koba, est exploitée depuis des millénaires. Cette région est divisée en plusieurs espaces culturels et territoriaux qui gardent des caractéristiques fortement identitaires en rapport avec les provinces précoloniales, notamment les royaumes malinkés du Bélédougou, Siramana et du Datilia (au sud-est), Sarakholé (Soninkés) du Gaadiaga au nord-est, la théocratie musulmane des Almamy du Boundou méridional et les territoires Bédik, Bassari et Diakha (Diakhanké ou Dialonké) situés dans les conforts des plateaux montagneux près du Fouta Djallon avec une extension vers les pays Tenda à l'extrême sud.

Sur le plan géographique, la région est un carrefour frontalier avec la Gambie, le Mali et la Guinée, avec une grande diversité de groupes ethnolinguistiques largement représentés dans toute la sous-région. Elle

¹⁵ En effet, chez les femmes participant aux focus group, la quasi totalité n'est pas instruite à l'école française avec : 29/29 soit 100% de non instruites à Diakha ; 8/10 soit 80% à Guémédji et 29/30 soit 96,67% à Kouloumindé.

appartient au Bassin du fleuve Gambie dont deux des affluents les plus importants sont le Niérikou (rive droite) et la Koulountou (rive gauche). À cela, s'ajoute le Bassin de la Falémé dont fait partie celui du Boundou.

4.3.7.2 État des recherches

Les premières publications scientifiques concernant la zone du projet Boto furent l'œuvre d'Aubert et G. Roure, à partir de 1923. Roure (1953) a aussi abordé succinctement une courte esquisse géologique du Sénégal Oriental.

4.3.7.3 Archéologie de la zone

Le passé précolonial de la zone d'étude a fait l'objet de peu de recherches préhistoriques et archéologiques, malgré la présence de riches vestiges signalés par Chêtelal dans le Sangalam, sur la rive de la Gambie et en territoire guinéen (Fouta Djallon), et par Joire (1947) en pays Coniagui à la frontière Sénégalo-guinéenne.

Néanmoins, après l'indépendance du Sénégal, quelques timides recherches systématiques de terrain en préhistoire et archéologie ont été menées par Mauny (1963) et Ravisé (1975) ont signalé la présence d'un faciès néolithique dit *Falémien* dans le Sénégal oriental. Ce faciès est caractérisé par la présence exceptionnelle d'outils indicatifs de domestication des plantes, voire de la naissance de l'agriculture dans cette région, comme en témoigne la découverte du matériel de broyage (meules et mollettes) et des hachettes polies en hématite (figure 4.3.9).

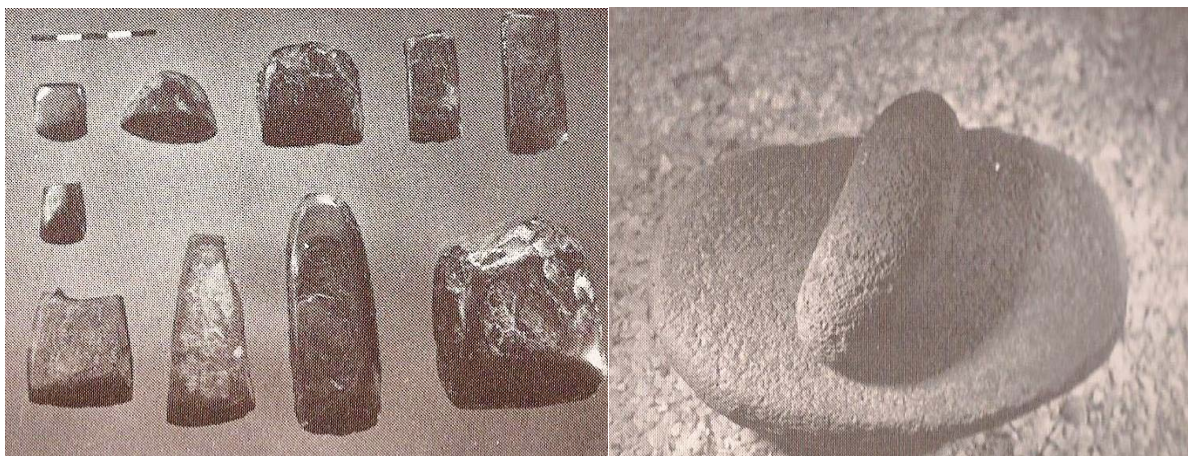


Figure 4.3.9 Hachettes polies en hématite, meule et mollette

L'Atlas national du Sénégal présente une carte de répartition des faciès préhistoriques au Sénégal (figure 4.3.10).

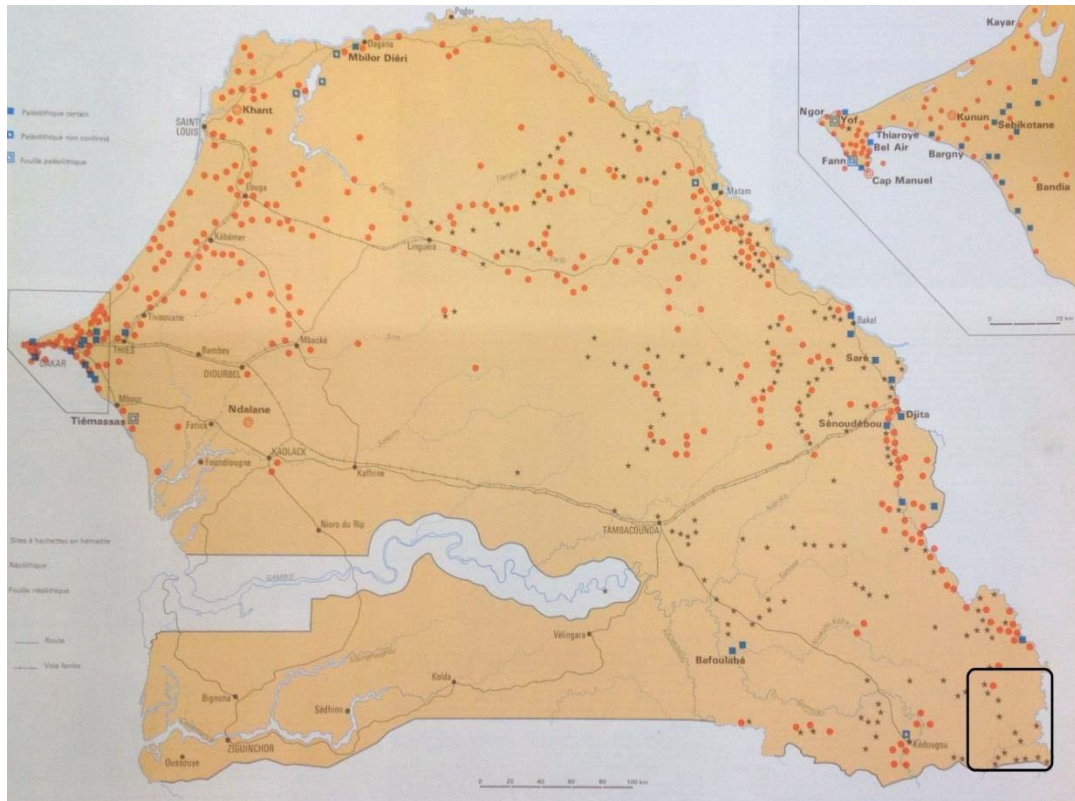


Figure 4.3.10 Sites à hachettes en hématite dans la zone d'étude élargie

À partir des années 1970, des ethnologues ont dressé une carte de répartition des sites protohistoriques dans au terme d'une vaste et longue campagne de recueil des traditions villageoises, (Martin et Becker 1974). Dans cet inventaire, ils signalent l'occupation de la zone du projet Boto durant la période protohistorique. Cette période, sur la base des datations typo-chronologiques effectuées à partir d'autres sites du Sénégal (Moyenne Vallée du Fleuve Sénégal avec les anciens villages et sites à métallurgie du fer, centre-Ouest avec les tumulus et mégalithes, littoral avec les amas coquilliers), se situe entre le premier et le deuxième millénaires de notre ère.

Cette période marque un tournant dans l'évolution des sociétés sénégalaises. En effet, elle coïncide avec l'affirmation de la connaissance technologique, avec le processus de la réduction du fer, communément appelé métallurgie du fer. Bocoum (2000) distingue quatre niveaux dans le processus : 1) accès à la matière première (minerai de fer), 2) extraction du métal (réduction), 3) transformation du métal en produit (forge) et 4) fonctions des outils (utilisation). Dans ce processus, les études de l'auteur ont permis de montrer que les sociétés, qui ont acquis les connaissances relatives aux deux premiers niveaux, avaient une excellente maîtrise de leur environnement physique (pédologique) et ont ainsi pu acquérir une certaine ascension sociale. En effet, la maîtrise de la métallurgie du fer a favorisé l'émergence des premiers états soudanais dans la zone sénégalaise (le royaume du Tékroun avec la prééminence des Dja-ogo), puis les empires du Ghana et du Mali.

La zone du projet Boto fait partie de la civilisation de la métallurgie du fer de par sa pédologie (présence de sols ferrugineux tropicaux) et la présence d'amas de scories attestant d'une extraction du métal ferreux (figure 4.3.11).

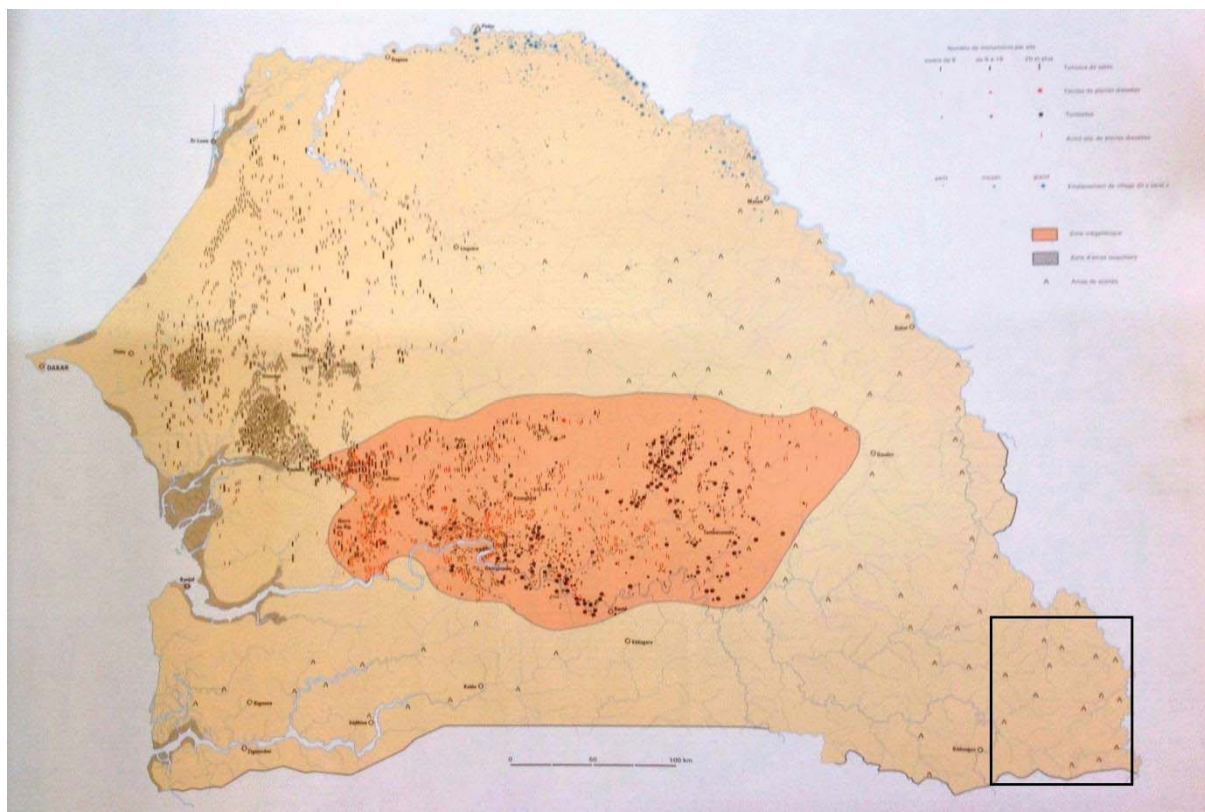


Figure 4.3.11 Présence d'amas de scories dans la zone d'étude élargie

À l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de chronologie de ces sites à scories ni d'une séquence céramique qui permettrait de l'insérer dans une dynamique culturelle.

Cette méconnaissance résulte dans le fait que l'essentiel des recherches effectuées par la suite s'est déroulé dans le haut Falémé. C'est ainsi que Camara et Duboscq (1984) ont mené des recherches préhistoriques dans la vallée de la Falémé (site de Sansandé) qui ont permis d'établir des relations entre l'outillage préhistorique (retrouvé en surface hors contexte stratigraphique inclus dans les formations sédimentaires) et des niveaux quaternaires anciens dont les plus vieux témoins ont été signalés dans cette région. Malgré l'absence de chronologie directe pour les anciennes formations, un cadre historique des vestiges préhistoriques a été obtenu grâce à l'exploitation des données géomorphologiques résultant des observations faites à partir des niveaux quaternaires et des données climatiques obtenues à partir de l'étude des carottes marines. Depuis 2011, un important programme de recherches conduit par Eric Huysecom de l'université de Genève, dans des domaines spécifiques en paléoenvironnement, en archéologie, en archéozoologie et en ethnoarchéologie, est mené dans la basse vallée de la Falémé. Leurs recherches, basées sur des prospections, ont ciblé la région d'Alinguel, la moyenne et haute vallée de la Falémé.

La dernière recherche menée dans cette zone de la Falémé a été réalisée dans une approche préventive dans le cadre du projet d'exploitation minière de Sabadola. Jeffrey H et al. (2011), avec une équipe comprenant un archéologue sénégalais Dr I. Thiaw, ont inventorié plusieurs sites dans ce périmètre, en mettant l'accent sur l'utilisation des données du système d'information géographique.

En ce qui concerne l'*archéologie historique*, Gokee (2011a et 2011b) a mené des recherches dans le haut Falémé (Diouboye) en mettant l'accent sur les connexions pouvant exister entre les sociétés non-étatiques en Sénégambie et les grands royaumes médiévaux de l'Afrique de l'Ouest. Les résultats de ses recherches ont permis de comprendre à travers ces interactions régionale et interrégionale, les mécanismes de transformations sociopolitiques, religieuses (pénétration de l'Islam) et commerciales (esclaves, ivoire, or, épices) des peuples du Bambouck au contact avec les populations nord-africaines. Il soutient l'hypothèse

d'une présence de l'Islam et de l'existence à l'époque d'une traite transsaharienne très dynamique, dont les acteurs seraient les populations autochtones malinké (Mandingo, Diakhanké, Dialonké) et les Peulh produisant des articles artisanaux qu'ils échangeaient avec d'autres produits de la traite transsaharienne puis atlantique. Ces différentes connexions dans le cadre des réseaux d'échange impliquant les acteurs locaux (Dioula et Diakhanké), qui ont interconnecté les populations du littoral sénégalais, celles de la zone forestière et les commerçants arabes, ont été documentés par G. Brooks (1989) et J. Devisse (1996) (figure 4.3.12).

4.3.7.4 Synthèse

Le périmètre de Daorala-Boto, situé dans la partie est du Sénégal, dans la région de Kédougou, pourrait renfermer d'importants indices culturels relatifs aux premiers établissements de populations protohistoriques, de civilisations héritées des grands empires qui ont bâti leurs puissances respectives sur la métallurgie du fer, l'exploitation de l'or et les réseaux d'échanges ouest-africains.

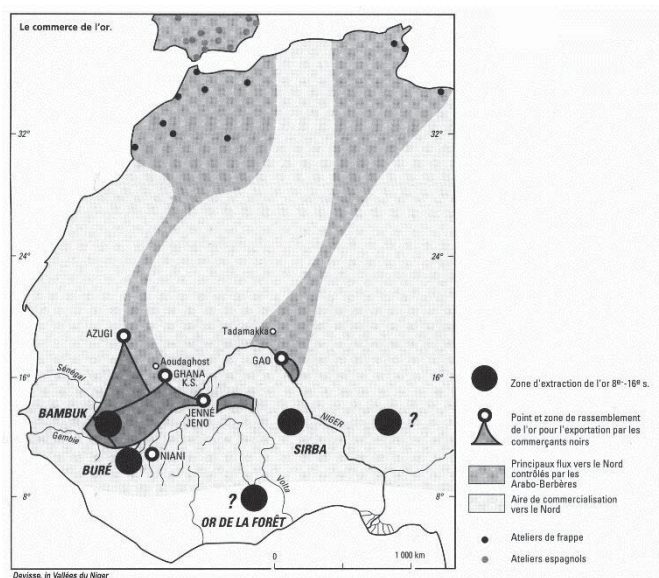


Figure 4.3.12 Échanges et réseaux d'échange et implication de la zone ciblée en tant que source de matière première

4.3.8 Paysage

Dans la zone Boto du permis Daorala-Boto, le paysage se distingue par des variations d'altitude de moins 100 m à plus de 250 m, ce qui contraste avec le modelé plat et peu élevé du reste du pays où les altitudes dépassent rarement 50 m dans les bas plateaux, plaines et vallées alluviales du bassin sédimentaire. À ces variations d'altitude sont associées différents paysages caractéristiques de la zone d'étude. Cette mosaïque, regroupe quatre grandes entités paysagères, à savoir :

- Les collines (photo 4.3.12). Culminant à plus de 250 m d'altitude et laissent, celles-ci abritent sur leurs versants des roches ou cailloux en affleurement et une végétation pérenne qui reposent sur un sol généralement gravillonnaire et argileux. Au sein de cet ensemble paysager, la présence humaine reste assez discrète. Outre les rares pistes observées sur les versants, aucun autre aménagement ne renseigne sur l'utilisation du sol. Les collines constituent aussi des abris, des lieux de refuge et des zones de pâture pour les animaux. Depuis le haut des collines, l'observateur a un accès privilégié au paysage local, notamment avec des panoramas sur les plaines, la Falémé et parfois même au-delà;
- Les plateaux cuirassés (photo 4.3.13). À la différence des collines, ces plateaux sont caractérisés par leur forme tabulaire et les vastes espaces de faible altitude où affleure la cuirasse. La végétation est

pauvre et est caractérisée, par endroit, par une savane herbeuse parsemée de quelques bosquets de combrétacées sur sol gravillonnaire. Cette composante paysagère a d'importantes fonctions écologique et économique. En effet, les plateaux participent au développement de l'élevage, constituant – surtout en saison des pluies – des espaces de pâture privilégiés; ainsi, lorsque les plaines sont inondées, ils offrent quantité d'habitats à la faune locale;

- Les plaines (photo 4.3.14) sont caractérisées par de vastes espaces planes qui correspondent aux lits majeurs des différents cours d'eau de la zone. Elles sont couvertes par une savane à *Andropogon gayanus* sous boisement arbustif ouvert à *Borassus aethiopum*, sur sol argilo-sableux. Cette composante paysagère assure des rôles biologiques essentiels à la conservation de la biodiversité: fonction d'habitat, d'alimentation, de reproduction, de refuge et de repos pour de nombreuses espèces animales. Elles constituent également les sites d'habitation privilégiés. C'est ainsi que la totalité des villages et hameaux recensés sont localisés dans les plaines. L'habitat se présente souvent sous forme éparse. L'architecture de ces villages et hameaux est marquée par les cases traditionnelles avec une toiture en paille à travers lesquelles s'insère des zones de culture et d'élevage. C'est à partir de ces zones d'habitations que s'organisent les différentes activités du quotidien;
- Les zones riveraines (photo 4.3.15) se présentent sous deux types qui sont tributaires de la morphologie des cours d'eau et de la couverture végétale qui borde ceux-ci. Celle des cours d'eau à écoulement pérenne (ex : Falémé) sont généralement hautes et leurs talus présentent une strate arborescente et arbustive variée. Les berges des cours d'eau temporaires restent souvent basses et sont bordées d'un cordon d'arbres. Ces entités paysagères fortement boisées restent des corridors biologiques et des lieux de biodiversité majeure par le grand nombre d'habitats et de niches écologiques qu'elles offrent. Elles constituent aussi les principales voies de déplacement pour les animaux et renferment également une flore riche et diversifiée.



Photo 4.3.12 Exemple de colline



Photo 4.3.13 Exemple de plateau cuirassé



Photo 4.3.14 Exemple de plaine



Photo 4.3.15 Exemple de zone riveraine

