

CHAPITRE 6

Milieux aquatiques

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	6-i
--------------------------	-----

6	Milieux aquatiques.....	6-1
6.1	Introduction.....	6-1
6.2	Données de référence	6-2
6.2.1	Sources de données	6-2
6.2.2	Contexte de l'environnement aquatique	6-3
6.2.3	Collecte de données pour les études de référence	6-11
6.2.4	Référence hydrologique	6-22
6.2.5	Niveau de référence des eaux souterraines	6-32
6.2.6	Données de référence sur la qualité de l'eau	6-38
	Piézomètre.....	6-44
6.2.7	Utilisateurs de l'eau.....	6-50
6.2.8	Situation de référence : résumé et travaux futurs	6-56
6.3	Méthodes d'évaluation.....	6-57
6.3.1	Cadre légal et normes applicables.....	6-57
6.3.2	Critères de conformité et critères de rejet spécifiques au site	6-58
6.3.3	Valeur des ressources.....	6-58
6.3.4	Ampleur de l'impact	6-67
6.3.5	Évaluation des impacts au début, au milieu et à la fin de la vie de la mine	6-67
6.3.6	Critères d'évaluation de l'importance	6-68
6.4	Évaluation des impacts	6-69
6.4.1	Activités du Projet et impacts potentiels	6-69
6.4.2	Zone de la mine	6-75
6.4.3	Embranchement ferroviaire	6-108
6.4.4	Impacts transfrontaliers	6-122
6.5	Mesures d'atténuation	6-124
6.5.1	Introduction.....	6-124
6.5.2	Stratégie de gestion de l'eau du Simandou.....	6-124
6.5.3	Gestion et atténuation des risques de DAM	6-133
6.5.4	Atténuation : Impact 1 - Impacts de la zone minière sur les ressources en eau	6-135
6.5.5	Atténuation : Impact 2 - Impacts de la zone minière sur la qualité de l'eau	6-143
6.5.6	Atténuation : Impact 3 - Impacts de la zone minière sur les utilisateurs de l'eau	6-151
6.5.7	Atténuation : Impact 4 - Impacts de l'embranchement ferroviaire sur les ressources en eau	6-153
6.5.8	Atténuation : Impact 5 - Impacts de l'embranchement ferroviaire sur la qualité de l'eau	6-155
6.5.9	Atténuation : Impact 6 - Impacts de l'embranchement ferroviaire sur les usagers de l'eau	6-156
6.5.10	Ampleur des impacts résiduels sur les usagers de l'eau	6-157
6.6	Suivi	6-179
6.7	Références.....	6-179

TABLEAUX

Tableau 6.1	Annexes du chapitre 6, Environnement aquatique	6-2
Tableau 6.2	Valeurs guides par défaut du Projet	6-21
Tableau 6.3	DWAF TWQR Écosystèmes aquatiques pour les paramètres liés à la dureté	6-22
Tableau 6.4	Stations de jaugeage de rivière au niveau de l'embranchement ferroviaire et données disponibles	6-29
Tableau 6.5	Mesures de référence du débit des cours d'eau le long de l'embranchement ferroviaire	6-30
Tableau 6.6	Percentile des débits aux stations de jaugeage le long de l'embranchement ferroviaire	6-32
Tableau 6.7	Résumé des données de terrain et de laboratoire sur la qualité de l'eau pour le pH, l'alcalinité, la CE et l'oxygène dissous	6-43
Tableau 6.8	Données sommaires sur la qualité des eaux de surface de l'embranchement ferroviaire (enquête de juin 2008, WMC, 2008)	6-48
Tableau 6.9	Données de synthèse sur la qualité des eaux de surface le long de l'embranchement ferroviaire (février 2013, SWS, 2013)	6-49
Tableau 6.10	Villages de Simandou : nombre d'habitants et sources d'eau	6-51
Tableau 6.11	Utilisation de l'eau de surface dans certains villages en février 2008	6-52
Tableau 6.12	Estimation de la demande d'irrigation par rapport aux débits des cours d'eau (mai 2008)	6-52
Tableau 6.13	Sites du patrimoine culturel avec une composante eau	6-54
Tableau 6.14	Critères de détermination de la valeur des ressources en eaux de surface et en eaux souterraines	6-61
Tableau 6.15	Scores de valeur des ressources en eau	6-62
Tableau 6.16	Évaluation de la valeur du bassin versant pour l'approvisionnement en eau de la collectivité	6-64
Tableau 6.17	Ampleur de l'impact pour les ressources en eau	6-67
Tableau 6.18	Définition des étapes de la vie de la mine	6-68
Tableau 6.19	Critères d'évaluation de l'importance des impacts sur les ressources en eau	6-69
Tableau 6.20	Interactions potentielles entre le Projet et ressources en eau	6-70
Tableau 6.21	Impacts potentiels : Zone minière	6-73
Tableau 6.22	Impacts potentiels : embranchement ferroviaire	6-74
Tableau 6.23	Impacts potentiels : transfrontaliers	6-75
Tableau 6.24	Impact prédit de la perte du bassin versant de la fosse Ouéléba sur l'écoulement des eaux de surface	6-77
Tableau 6.25	Ampleur des impacts non atténués de l'assèchement des mines sur les prélèvements d'eau de surface par les communautés dans les bassins versants des collines	6-106
Tableau 6.26	Prévisions de consommation d'eau pour la construction ferroviaire	6-115
Tableau 6.27	Demande en eau par rapport aux débits estimés	6-116
Tableau 6.28	Estimation de la modification de la contribution du débit de base aux fleuves internationaux	6-123
Tableau 6.29	Estimation de la demande en eau brute pour les opérations minières	6-129
Tableau 6.30	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduels : zone minière : IMPACT 1 Impacts du développement de la mine et de l'assèchement sur les ressources en eau	6-158
Tableau 6.31	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduels : IMPACT 2 de la zone minière sur la qualité de l'eau	6-164
Tableau 6.32	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduels : IMPACT 3 de la zone minière Impacts sur les utilisateurs de l'eau	6-170

Tableau 6.33	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduelles : IMPACT 4 Impacts du développement de l'embranchement ferroviaire sur les ressources en eau6-172
Tableau 6.34	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduels : IMPACT 5 Impacts sur la qualité de l'eau du développement de l'embranchement ferroviaire6-175
Tableau 6.35	Ampleur des impacts non atténués et des impacts résiduels : IMPACT 6 Impacts du développement de l'embranchement ferroviaire sur les utilisateurs de l'eau.....6-178

FIGURES

Figure 6.1	Précipitations et températures annuelles moyennes dans le sud-est de la Guinée, de 1961 à 1990.....6-5
Figure 6.2	Roses des vents pour Ouéléba en janvier/février et juillet/août.....6-6
Figure 6.3	Isohyètes des précipitations annuelles moyennes6-7
Figure 6.4	Bassins versants régionaux et nationaux réseau hydrométrique national en Guinée orientale6-10
Figure 6.5	Stations de jaugeage de base - Site Minier6-12
Figure 6.6	Plan d'emplacement d'échantillonnage historique - Ouéléba.....6-15
Figure 6.7	Plan d'emplacement d'échantillonnage historique - Pic de Fon.....6-16
Figure 6.8	Emplacements d'échantillonnage des sédiments (2008).....6-17
Figure 6.9	Eau de la saison sèche du site minier 2022 emplacements d'échantillonnage6-18
Figure 6.10	Base de référence mensuelle du site minier chimie des eaux de surface réseau de surveillance6-19
Figure 6.11	Embranchement ferroviaire de Simandou - Échantillonnage de référence historique6-20
Figure 6.12	Délimitation du bassin versant - primaire et secondaire6-24
Figure 6.13	Cours d'eau typiques des hautes terres non impactés par les activités anthropiques (bassin versant de Boyboyba)6-25
Figure 6.14	Basse terre typique non impactée par les activités anthropiques (rivière Miya)6-25
Figure 6.15	Cours d'eau de plaine affectés par l'exploitation minière artisanale (bassin versant de la Loffa)6-26
Figure 6.16	Exemple d'hydrogramme de débit : rivière Woron à Orono (2012 - 2013).....6-26
Figure 6.17	Embranchement ferroviaire emplacement.....6-31
Figure 6.18	Hydrogrammes des débits journaliers de la rivière Milo à Kérouané et Konsankoro (1979 à 1982)6-32
Figure 6.19	Géologie de surface, géologie structurale et niveau des eaux souterraines du corps minéralisé par rapport aux lignes de source6-36
Figure 6.20	Modèle conceptuel hydrogéologique6-37
Figure 6.21	Diagramme en boîte et moustaches pour la CE de champ6-44
Figure 6.22	Diagramme en boîte et moustaches pour le cuivre dissous6-44
Figure 6.23	Diagramme en boîte et moustache pour l'aluminium dissous6-44
Figure 6.24	Diagramme en boîte et moustaches pour le fer dissous6-44
Figure 6.25	Diagramme en boîte et moustaches pour le plomb dissous.....6-45
Figure 6.26	Diagramme en boîte et moustaches pour le zinc dissous.....6-45
Figure 6.27	Diagramme en boîte et moustaches pour le manganèse dissous6-45
Figure 6.28	Diagramme en boîte et moustaches pour le nitrate dissous6-45
Figure 6.29	Utilisation communautaire de l'eau dans la zone de la mine6-55
Figure 6.30	Scores de valeur du bassin versant des ressources en eau.....6-66

Figure 6.31	Impact de l'assèchement de la fosse sur niveaux des eaux souterraines à Ouéléba.....	6-82
Figure 6.32	Eau souterraine non atténuée prévue rabattement et impacts sur les cours d'eau, début de la vie de la mine (année 8).....	6-83
Figure 6.33	Eau souterraine non atténuée prévue rabattement et impacts sur les cours d'eau, fin de vie de la mine (année 25).....	6-84
Figure 6.34	Résumé des impacts sur le bassin versant de Ouéléba	6-86
Figure 6.35	Lacs de Mine de Simandou à la fermeture	6-89
Figure 6.36	Lieux de prélèvement préliminaires, bassins versants associés et demande d'eau proposée pour l'embranchement ferroviaire	6-117
Figure 6.37	Cadre de gestion des eaux du Projet minier du Simandou	6-127
Figure 6.38	Schéma du système de gestion de l'eau de la mine de Simandou	6-128
Figure 6.39	Schéma de débit de l'équilibre hydrique à l'échelle du site.....	6-130
Figure 6.40	Bilan hydrique mensuel et annuel de l'Ouéleba	6-132
Figure 6.41	L'approche hiérarchique de la gestion du DAM à Simandou	6-133
Figure 6.42	Graphique en boîte mensuel (gauche) et courbe de durée d'écoulement (droite) pour les scénarios de base, opérationnel et de débit compensé à RGS_BOY	6-137
Figure 6.43	Eau souterraine atténuée prévue rabattement et impacts sur les cours d'eau, fin de vie de la mine (année 8).....	6-139
Figure 6.44	Eau souterraine atténuée prévue rabattement et impacts sur les cours d'eau, fin de vie de la mine (année 17).....	6-140
Figure 6.45	Eau souterraine atténuée prévue rabattement et impacts sur les cours d'eau, fin de vie de la mine (année 25).....	6-141

6 Milieux aquatiques

6.1 Introduction

Ce chapitre présente une évaluation des impacts potentiels de la construction, de l'exploitation et de la fermeture du Projet Simandou de Rio Tinto - Composantes mine et embranchement ferroviaire (le Projet) sur les eaux de surface et les eaux souterraines associées au site minier et à l'embranchement ferroviaire (illustré à la figure 2.1 du chapitre 2 : Description du Projet).

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont appelées collectivement les ressources en eau. Les ressources en eau sont définies comme les eaux souterraines, les sources, les ruisseaux, les rivières, les lacs ou d'autres masses d'eau permanentes ou saisonnières (y compris les cours d'eau éphémères et les marécages saisonniers de haute altitude).

Encadré informatif : les bassins versants

Les ressources en eau sont regroupées géographiquement en « bassins versants ». Un bassin versant décrit la zone d'où provient l'eau d'un cours d'eau de surface ou d'un réseau d'eau souterraine. Les bassins versants sont séparés par des « lignes de partage des eaux ». Un bassin hydrographique est une zone entourée d'une ligne de partage topographique continue (crêtes, collines ou montagnes) à l'intérieur de laquelle toutes les eaux de ruissellement s'écoulent vers un seul cours d'eau. Un bassin versant d'eau souterraine, ou bassin d'eau souterraine, est plus difficile à délimiter car sa frontière est définie par des lignes de partage des eaux souterraines, dont la position peut être difficile à déterminer. Une ligne de partage des eaux souterraines peut être une limite géologique ou hydrologique et peut séparer les bassins d'eau souterraine à la fois latéralement et verticalement.

Aux fins du présent chapitre, le terme « bassin versant » fait référence à un bassin versant d'eau de surface, sauf indication contraire. La zone du Projet a été divisée en 27 bassins versants, décrits à la section 6.2.4. La principale source d'eau souterraine prise en compte dans l'évaluation est l'eau souterraine contenue dans le corps minéralisé ; le corps minéralisé est un aquifère d'importance locale qui alimente en saison sèche les sources et les cours d'eau de la chaîne du Simandou.

L'analyse des impacts tient compte à la fois de la quantité et de la qualité de l'eau. L'étendue de tout impact potentiel en aval (ou de l'amont vers l'aval) est définie pour chaque bassin versant en fonction de la valeur de la ressource en eau, des conditions de débit et de l'ampleur et de la nature du risque et de l'impact sur les principaux récepteurs (écosystèmes et communautés).

La caractérisation de référence et l'étude des impacts ont tenu compte d'une emprise future supposée au Pic de Fon, où il était important de considérer les impacts cumulés de l'exploitation des deux gisements. Toute référence à l'extension de la mine à ciel ouvert du Pic de Fon dans le présent document et ses annexes reflète cette future emprise supposée.

Les ressources en eau peuvent être affectées par le Projet :

- Impacts sur les niveaux des eaux souterraines et les habitats écologiques qui en dépendent, en raison de l'extraction des eaux souterraines pour l'approvisionnement en eau du Projet, l'assèchement des puits et des carrières et l'excavation des tunnels.
- Impacts sur les écoulements d'eau de surface, les habitats écologiques et les communautés utilisant les eaux de surface, en raison des nouvelles infrastructures de drainage, de l'excavation, de l'assèchement des carrières, des structures de l'embranchement ferroviaire et de l'évacuation des captages d'eau du site.

- Impacts sur la qualité de l'eau et l'utilité des ressources en eau résultant du ruissellement, de l'érosion et de la perturbation des sols contaminés par le drainage acide et métallifère (DAM), et des rejets du site (y compris les rejets planifiés de mesures d'atténuation environnementale des eaux souterraines présentant des concentrations naturellement élevées, les eaux usées et les événements non planifiés tels que les déversements accidentels).
- Impacts sur les ressources en eau de la communauté locale, y compris les réserves d'eau (eaux de surface et eaux souterraines) et/ou les sites culturels. L'impact peut être causé directement par la consommation d'eau par le Projet pour la construction ou l'approvisionnement en eau opérationnelle, les altérations de la nappe phréatique dues à l'assèchement ou les impacts sur la qualité de l'eau dus aux rejets du Projet. Il existe des impacts indirects potentiels liés à l'augmentation de la demande résultant de l'augmentation de la population, en raison de l'emploi direct et du développement induit / de la migration interne.
- Impacts sur les ressources en eau transfrontalières dues aux modifications des régimes d'écoulement régionaux à la suite de l'assèchement de la mine pendant l'exploitation et de la formation de lacs de mine après la fermeture.

Bien que le présent chapitre se concentre sur les impacts sur le milieu aquatique, les conséquences de ces impacts sur les personnes et les écosystèmes sont abordées dans les chapitres suivants :

- Chapitre 12 : Biodiversité
- Chapitre 13 : Patrimoine culturel
- Chapitre 15 : Aspects socio-économiques
- Chapitre 18 : Migration induite par le Projet
- Chapitre 19 : Santé et sécurité des communautés
- Chapitre 20 : Services écosystémiques

6.2 Données de référence

6.2.1 Sources de données

Les données de référence pour le milieu aquatique sont incluses dans une série d'annexes à ce chapitre de l'EIES (tableau 6.1).

Tableau 6.1 Annexes du chapitre 6, Environnement aquatique

ID de l'annexe	Titre de l'annexe	No de rapport de Rio Tinto
6A	Rapport de référence sur les eaux souterraines	I0016.0450-X-REP-00001
6B	Rapport de référence sur les eaux de surface	I0016.0410-X-REP-00002
6C	Rapport de référence sur la chimie de l'eau	I0016.0400-X-REP-00005
6D	Rapport de référence sur l'hydrocensus	I-SZ-6370-H-REP-00004
6E	Rapport de synthèse sur la modélisation de l'eau	I0016-1821-X-REP-00014

Chaque annexe fait référence aux sources originales des données, y compris l'EIES de 2012 et des études de terrain plus récentes. Cette sous-section de l'analyse d'impact sur le milieu aquatique fournit un résumé de ces annexes et le lecteur est invité à se reporter aux annexes pour une description plus détaillée.

En outre, l'annexe 9A contient un document de référence sur le climat local.

En résumé, les études de référence sur le milieu aquatique ont comporté l'installation et la surveillance d'un vaste réseau de stations de surveillance météorologique, hydrologique, hydrogéologique et de la chimie de l'eau dans la zone d'étude de la mine. Dans certains endroits, le réseau de surveillance remonte à plus de 20 ans. Ces stations de

surveillance continue ont été complétées par des études périodiques des sources, du débit des cours d'eau, du niveau des eaux souterraines et des campagnes d'échantillonnage de la qualité de l'eau à l'intérieur et autour du site minier. Moins de données ont été collectées dans la zone d'étude de l'embranchement ferroviaire et les conditions de référence ont été caractérisées principalement à partir d'ensembles de données régionales.

6.2.2 Contexte de l'environnement aquatique

6.2.2.1 Climat

Une vue d'ensemble détaillée du climat du Projet est disponible au chapitre 9 : Climat local, et à l'annexe 9A : Données de référence sur le climat local. Les paragraphes suivants présentent un résumé du contexte de la caractérisation du milieu aquatique.

La zone du Projet connaît un climat tropical humide avec une saison humide et une saison sèche par année météorologique. La saison humide s'étend généralement de mars à octobre et la saison sèche de novembre à février/mars (le harmattan).

La figure 6.1 résume la variation des précipitations annuelles moyennes dans le sud-est de la Guinée. Les isohyètes (lignes d'égales précipitations) de la figure 6.1 indiquent que les précipitations annuelles moyennes vont de plus de 3 000 mm/an au sud-ouest de la zone du Projet à moins de 1 600 mm au nord-est. Dans la zone du Projet, les précipitations se situent entre 1 800 mm et 2 000 mm par an.

La figure 6.1 montre également les tendances mensuelles des précipitations et de la température de l'air provenant d'un certain nombre de stations météorologiques de la région. Bien que les périodes de saison humide et de saison sèche soient globalement évidentes, à l'échelle mensuelle, les deux saisons ne sont pas distinctes, un changement graduel des précipitations étant observé entre les deux. Bien que l'on parle de « saison sèche », il y a néanmoins des précipitations tout au long de l'année, de sorte qu'une certaine quantité de pluie est enregistrée chaque mois dans chaque station.

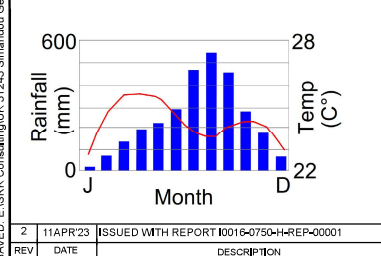
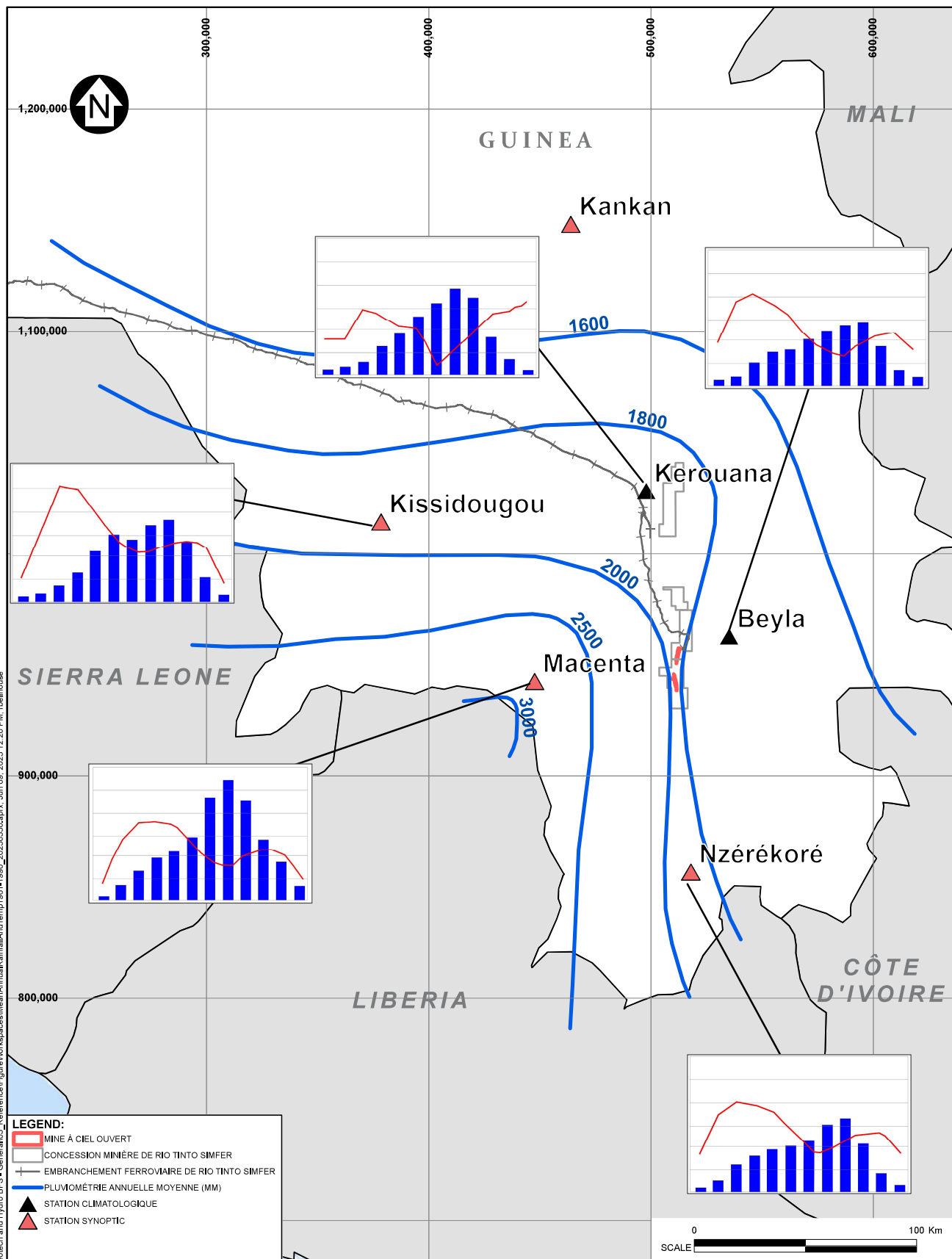
La température mensuelle de l'air varie de 22 à 27 °C, les températures maximales étant observées vers la fin de la saison sèche et les températures minimales vers le milieu de la saison humide. La répartition de la température de l'air est également illustrée à la figure 6.1.

La pression atmosphérique est relativement constante tout au long de l'année, les valeurs mensuelles moyennes ne variant que d'environ 2 mbar. Comme le montre la figure 6.2, la direction du vent passe de l'est en décembre-janvier (vent sec de le harmattan ; graphique de gauche) au sud-ouest ou à l'ouest de mars à septembre (graphique de droite).

L'arrivée des vents du sud-ouest correspond au début de la saison des pluies ; environ 90 % des précipitations annuelles se produisent entre le 1^{er} mars et le 31 octobre. Pendant la saison des pluies, l'humidité relative augmente simultanément pour atteindre une saturation proche de 100 %. La présence accrue de nuages pendant la saison humide entraîne une réduction marquée du rayonnement solaire et une baisse des températures de l'air par rapport à la saison sèche.

La figure 6.3 illustre la répartition des précipitations annuelles moyennes dans la zone locale du Projet. Bien que la fourchette régionale des précipitations (voir la figure 6.1) se situe entre 1 800 et 2 000 mm dans cette zone du sud-est de la Guinée, la fourchette réelle est beaucoup plus large d'après les données des stations météorologiques locales : entre 1 500 mm et plus de 2 600 mm.

L'orientation nord-sud de la crête de la chaîne du Simandou et l'interaction entre la crête et les vents créent des conditions climatiques spécifiques au site. La crête forme une barrière importante à la circulation de l'air lorsque les vents viennent de l'est ou de l'ouest, et moins lorsque la direction du vent a de fortes composantes de sud ou de nord.

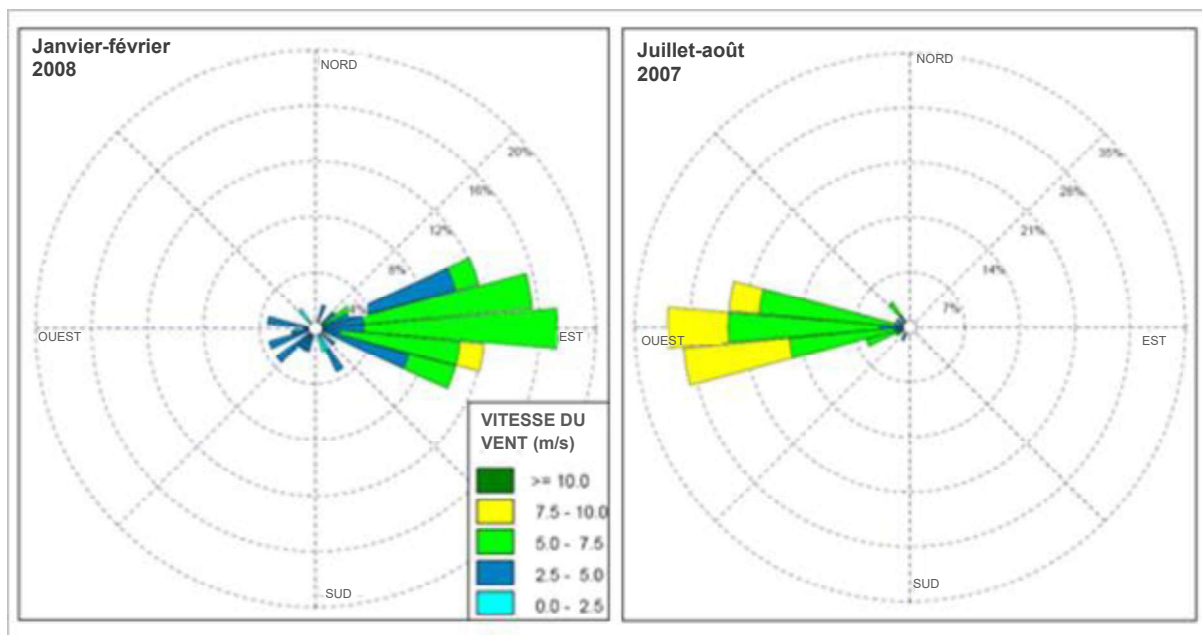


NOTES:

- LA GRILLE DE COORDONNÉES EST EN MÈTRES. SYSTÈME DE COORDONNÉES : WGS 1984 ZONE UTM 29N.
- CARTE DE BASE : © ESRI ET COUCHES DE SERVICE DE DONNÉES (EN LIGNE) (2021), REDLANDS, CA; INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES ENVIRONNEMENTAUX. TOUS DROITS RÉSERVÉS.
- SOURCE: LOCAL CLIMATE BASELINE (SRK, 2022A)

RIO TINTO SIMFER		
PROJET RIO TINTO SIMANDOU		
PRÉCIPITATIONS ET TEMPÉRATURES ANNUELLES MOYENNES DANS LE SUD-EST DE LA GUINÉE, DE 1961 À 1990		
RioTinto	SimFer	FIGURE 6.1

SAVED: E:\SRK Consulting\UK\31243 Simandou Geotech and Hydro BFS - General\03_ Reference\Figure\Workspaces\MeanAnnualRainfallAndTemp 1961-1990_20230330.aprx; Jun 05, 2023 12:20 PM; realhouse

**REMARQUES :**

1. De juillet 2007 à février 2008.
2. Source : Base de référence climatique locale (SRK, 2022a).

Figure 6.2 Roses des vents pour Ouéléba en janvier/février et juillet/août

Le côté ouest de la crête, qui fait face aux vents du sud-ouest porteurs d'humidité, reçoit plus de pluie que les pentes orientales. Il n'existe qu'une faible corrélation entre les précipitations et l'altitude.

Les précipitations de la saison sèche sont associées à des incursions d'air très humide en provenance du sud et les précipitations augmentent avec l'altitude parce que la convection se produit de préférence sur les hauteurs. Pendant la saison humide, lorsque l'humidité relative est élevée, le brouillard est un phénomène relativement courant sur le côté ouest et au sommet des montagnes, surtout la nuit et tôt le matin.

La durée des tempêtes est généralement courte (moins de trois heures) et l'intensité des précipitations est relativement élevée. L'analyse de la fréquence des précipitations indique, par exemple, que la tempête d'une heure sur deux ans a une intensité estimée de 53 mm/heure et que la tempête d'une heure sur 100 ans a une intensité de 128 mm/heure.

Les relevés météorologiques collectés dans les stations météorologiques régionales indiquent une tendance progressive à la hausse à long terme des températures annuelles moyennes, maximales moyennes et minimales moyennes depuis les années 1950. Tous les autres facteurs étant égaux, l'augmentation des températures implique une évaporation plus importante. Les relevés pluviométriques du gouvernement suggèrent que des changements cycliques ont eu lieu à l'échelle décennale, sans qu'aucune tendance à long terme ne soit perceptible.

Les projections du changement climatique établies jusqu'en 2050 par les modèles climatiques mondiaux, en fonction de la trajectoire socio-économique partagée (SSP)¹, suggèrent une augmentation de 0,7 % (ou 2,2 °C) de la température annuelle moyenne, un changement négligeable des précipitations annuelles moyennes, mais une augmentation de 15 % des précipitations quotidiennes maximales avec une période de retour de 10 ans, ce qui signifie une augmentation de la fréquence des tempêtes. Les prévisions relatives au changement climatique sont détaillées à l'annexe 9B : Évaluation du changement climatique.

6.2.2.2 Géologie

La géologie de la chaîne de Simandou est présentée dans la section 2.1.1 du chapitre 2 : Description du Projet.

Les gisements de fer de la chaîne du Simandou sont situés dans une ceinture de roches vertes supracrustales de 115 km de long, orientée du nord au sud et située, d'un point de vue géologique, dans la partie méridionale du craton ouest africain.

D'un point de vue géologique, la chaîne du Simandou est constituée d'unités de formation ferrifère enrichie (FFR) recouvrant de manière conforme des phyllites et des quartzites basals. La série hématite (unité FFR supérieure) comprend de l'hématite à haute teneur et de l'hématite siliceuse. La série itabirite sous-jacente (unité FFR inférieure) comprend de l'hématite goethitique dans la séquence d'itabirite. La série phylliteuse sous-jacente (unité basale) comprend des phyllites ferrugineuses souvent intercalées avec de l'itabirite et des quartzites. Les phyllites de Ouéléba et du Pic de Fon recouvrent en discordance les roches cristallines du socle.

Situé à l'extrémité sud de la chaîne du Simandou, le gisement du Pic de Fon consiste en une zone de 7 km de long d'itabirite fortement enrichie en hématite de qualité minérale. La chaîne se dresse comme une ligne de crête proéminente, à 600 – 800 m au-dessus de la plaine du sous-sol et s'élève à une altitude de 1 656 m. Situé au nord du

¹Cette étude a tenu compte de deux SSP :

SSP2-4.5 : Mise à jour du scénario RCP4.5 (développé par le projet de comparaison des modèles couplés (CMIP) dans sa cinquième phase (CIMP5)). Avec un forçage radiatif supplémentaire de 4,5 W/m² d'ici à 2100, il représente la voie moyenne des futures émissions de gaz à effet de serre. Ce scénario suppose que des mesures de protection du climat sont prises.

SSP5-8.5 : Avec un forçage radiatif supplémentaire de 8,5 W/m² d'ici à 2100, ce scénario représente la limite supérieure de la gamme des scénarios (c'est-à-dire des défis élevés en matière d'atténuation (forte consommation de ressources et de combustibles fossiles) et des défis faibles en matière d'adaptation (développement rapide)).

gisement du Pic de Fon, le gisement de Ouéléba forme une crête légèrement plus basse (jusqu'à 1 330 m) dans laquelle le corps minéralisé est plus riche en goethite.

La géologie structurale des deux gisements est complexe et comprend plusieurs phases de déformation. Il y a des structures de plis serrées et un cisaillement important, typiquement orientés NO / SE à NE / SO. Des structures de r  trocharriages et de failles inverses ont également été interprétées. En outre, on suppose que des failles de type cassant est-ouest recoupent les gisements, certainement au Pic de Fon.

La géologie structurale d'un gisement peut être un facteur déterminant du régime hydrogéologique et il est donc important de la prendre en compte. Les caractéristiques induites par la structure, telles que la schistosité, les fissures de tension des plis et les joints des plans de litage, sont considérées comme ayant une influence significative sur les propriétés hydrauliques des unités hydrogéologiques, influençant ainsi l'écoulement des eaux souterraines. La cartographie structurale suggère une perméabilité plus élevée orientée nord-sud.

Le chapitre 5 : Géologie, sols et déchets minéraux, ainsi que l'annexe A : Rapport de référence sur les eaux souterraines, fournissent de plus amples informations sur la géologie du site minier.

6.2.2.3 Régime régional d'écoulement des eaux de surface

La Guinée compte plus de 1 160 rivières et cours d'eau répartis sur 23 bassins versants (bassins se déversant dans un seul cours d'eau), dont 14 sont transfrontaliers. Il s'agit du Niger, du Sénégal, de la Gambie, du Korubal et du Diani, qui prennent tous leur source en Guinée.

Le réseau hydrographique régional des rivières et des stations de jaugeage entourant le Projet est illustré à la figure 6.4. Le site minier est situé dans une région montagneuse qui forme la ligne de partage des eaux entre les rivières qui coulent vers le nord, les affluents du fleuve transfrontalier Niger (qui coule vers le Mali), et les rivières qui coulent vers le sud, vers le Libéria et finalement vers le golfe de Guinée. L'embranchement ferroviaire s'étend du nord au nord-ouest, en grande partie dans le bassin versant de la rivière Milo.

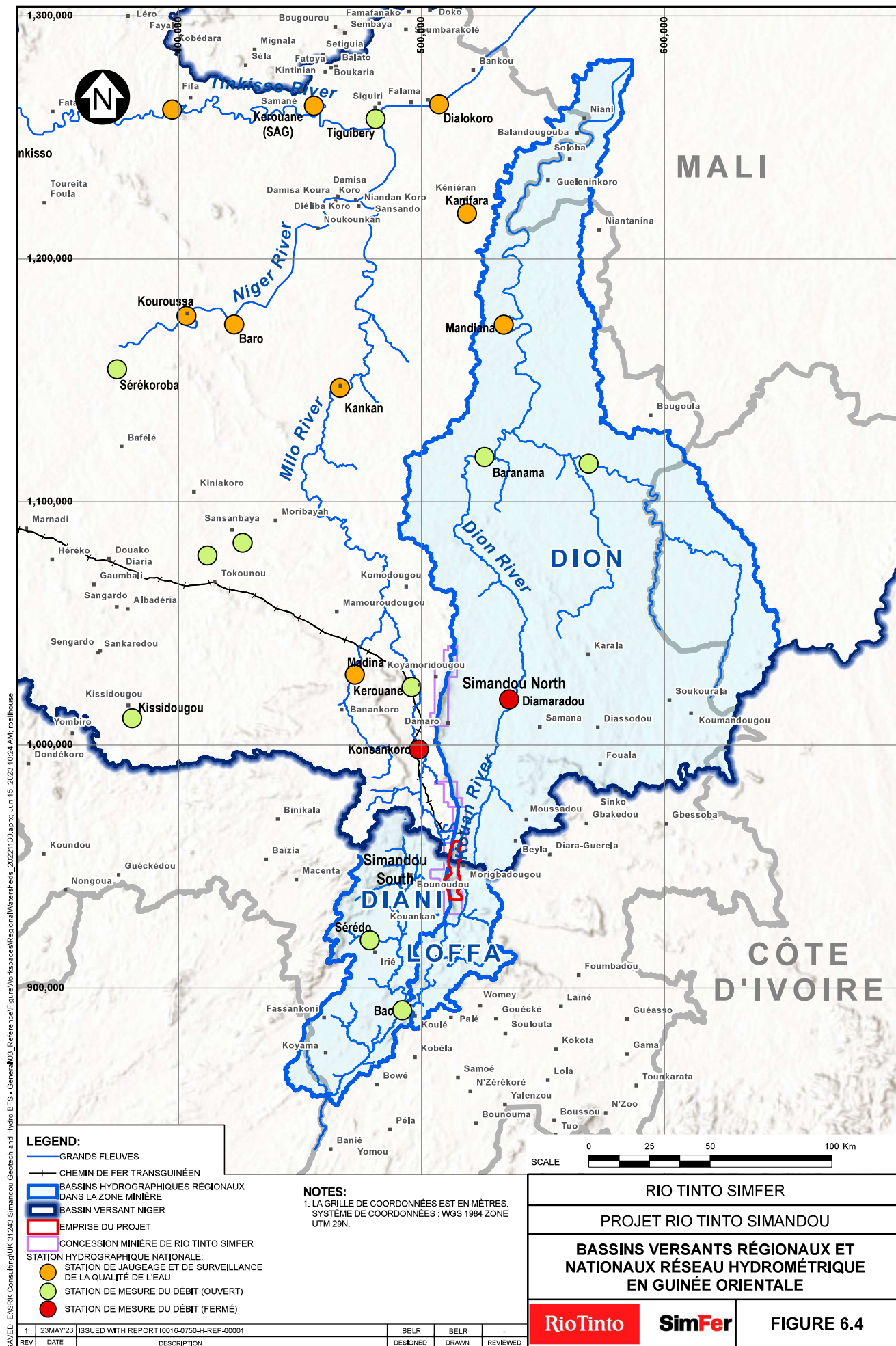
La chaîne de montagnes du Simandou constitue la source de quatre grands fleuves :

- Au nord-ouest, le fleuve Milo, un affluent du fleuve Niger en Guinée
- Au nord-est, la rivière Dion, un affluent du fleuve Sankarani (et du fleuve Niger au Mali)
- Au sud-est, la rivière Loffa, un affluent de la rivière Diani
- Au sud-ouest, la rivière Diani qui se jette dans le Libéria

Le réseau hydrométrique régional est géré par la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH). Les régimes d'écoulement des principaux cours d'eau situés en aval du site du Projet sont présentés à l'annexe 6B : Rapport de référence sur les eaux de surface.

La superficie du bassin versant du Milo    Kankan est de 9 900 km². Entre les années 1950 et le début des années 2000, le débit total moyen annuel dans le Milo était d'environ 5 000 millions de mètres cubes (MCM), soit 0,5 MCM par km².

La superficie du bassin versant de Dion    Baranama est de 6 590 km². Le débit total annuel moyen de la rivière Dion entre le début des années 1970 et le milieu des années 2000 était d'environ 2 800 MCM, soit 0,4 MCM par km², inférieur au débit de la rivière Milo. Cette différence peut être attribuée au fait que la rivière Milo est située sur le versant ouest de la chaîne du Simandou, qui fait face aux vents de la mousson ouest-africaine du sud-ouest et est plus humide que le versant est.



SAVED: E:\SRK Consulting\31243 Simandou Geotech and Hydro BFS - General\03_Référence\Figure\Workspaces\Regional\Marsheds_20221130.aprx, Jun 15, 2023 10:24 AM, itellhouse

Au sud-est et au sud-ouest, le Projet est drainé par la rivière Loffa et la rivière Diani respectivement. Les rivières Loffa et Diani se rejoignent en amont de Bac, à l'extrémité sud de la chaîne du Simandou (voir la figure 6.4). Les débits annuels à Bac à la fin des années 1970 et dans les années 1980 s'élevaient en moyenne à 2 500 MCM. Il semble que dans les années 1990, le débit ait augmenté de manière significative, de sorte que depuis 2000, les débits annuels sont en moyenne de 4 000 MCM. La cause de l'augmentation du débit n'est pas connue.

Le bassin versant du Diani à Bac est de 4 095 km². Le rendement moyen dans les années 1980 était de 0,6 MCM par km² et depuis 2000, il est de 1 MCM par km², soit le double du rendement du Milo. Le rendement plus élevé du Diani peut être attribué à sa position sud-ouest par rapport à la chaîne de Simandou et aux hautes terres à l'ouest de Simandou où les précipitations sont renforcées par l'orographie.

Le régime d'écoulement des eaux de surface du site du Projet est présenté dans la section 6.2.4.

6.2.2.4 Hydrogéologie régionale

Le Programme hydrologique intergouvernemental (PHI) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) a produit une carte hydrogéologique de la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) (BGR, BGS, BRGM, EAWAG & UNESCO, 2022) qui fournit une vue d'ensemble des ressources en eaux souterraines. La carte indique que les ressources en eaux souterraines de la Guinée sont associées à de petites zones aquifères contrôlées par des systèmes de fractures et par l'altération.

La carte hydrogéologique du PHI du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) UNESCO fournit une description de haut niveau des conditions hydrogéologiques dans la région du Projet et indique que la zone de l'embranchement ferroviaire repose sur des roches du socle, avec quelques sédiments alluviaux le long des principaux cours d'eau. La géologie du sous-sol devrait comprendre des roches volcaniques peu perméables susceptibles d'avoir un faible potentiel d'approvisionnement en eau. Dans la plupart des régions, c'est l'horizon altéré qui offre le plus grand potentiel d'approvisionnement en eau.

L'hydrogéologie du site du Projet est présentée dans la section 6.2.5.

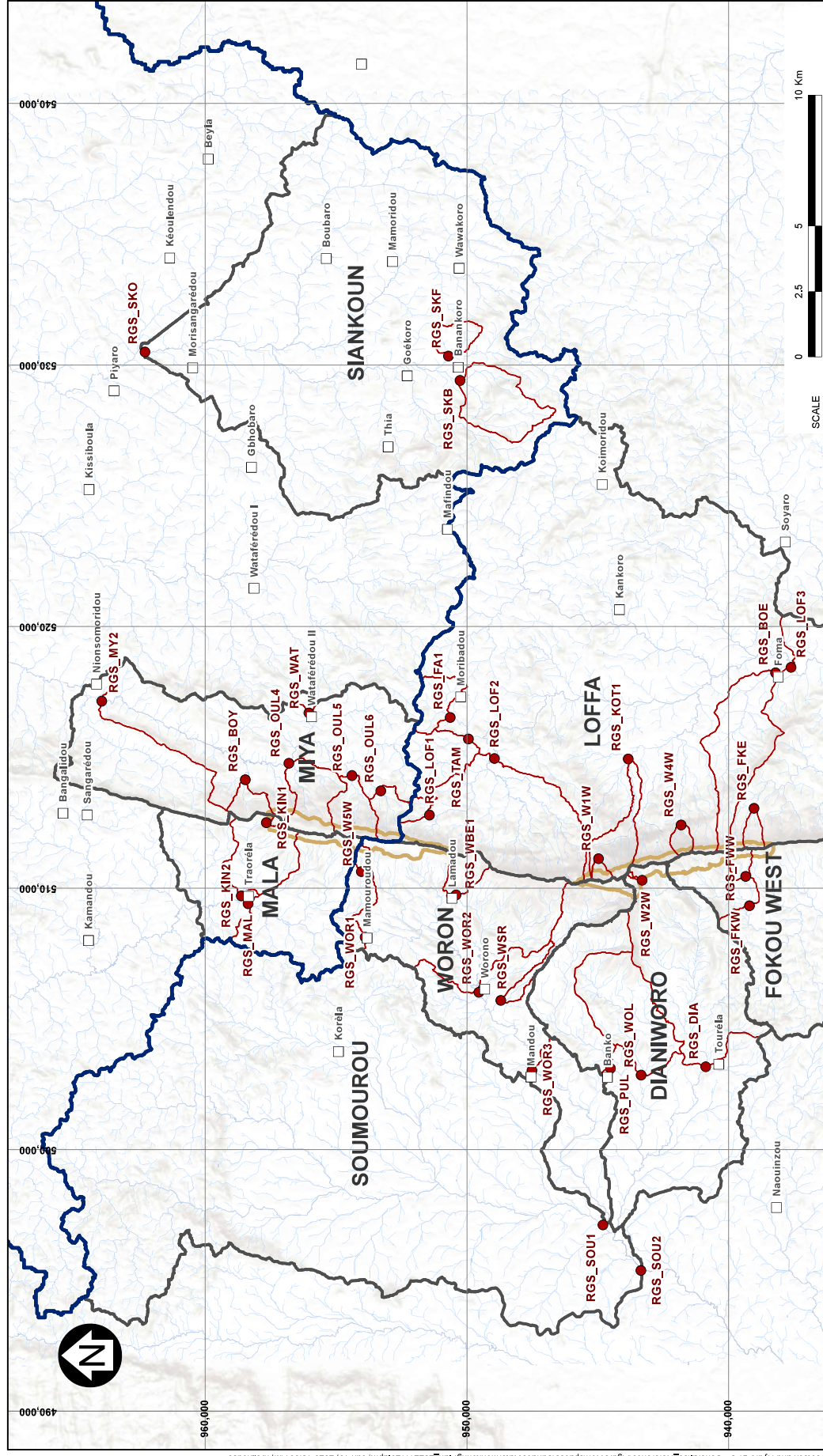
6.2.3 Collecte de données pour les études de référence

De vastes programmes de collecte de données ont été entrepris pour surveiller les débits des eaux de surface, les niveaux des eaux souterraines et la qualité de l'eau. Celles-ci sont présentées ci-dessous. Bien qu'elles soient nombreuses, les informations de référence présentent néanmoins des lacunes et des limites, ce qui entraîne un certain degré d'incertitude dans la caractérisation. Cette incertitude se reflète dans l'évaluation de l'impact.


6.2.3.1 Collecte de données de référence sur les eaux de surface

Le rapport de référence sur les eaux de surface figure à l'annexe 6B.

La surveillance du débit des cours d'eau dans la zone du Projet autour de Ouéléba et du Pic de Fon a commencé au milieu des années 2000. Un réseau de stations de mesure des cours d'eau a été mis en place dans les principaux bassins versants des montagnes d'Ouéléba et du Pic de Fon entre 2007 et 2014. La collecte de données a diminué après 2014, lorsque le Projet a été placé sous surveillance et maintenance. La rénovation du réseau a commencé en 2021 et la collecte de données se poursuit depuis lors. Des mesures régulières du débit pour vérifier les relations niveau-débit sont en cours dans 18 des 35 stations. La figure 6.5 montre les principaux bassins versants (voir les sections 6.2.4.1 et 6.2.4.2 pour la mine et l'embranchement ferroviaire, respectivement) et le réseau de jaugeage des cours d'eau autour du site du site minier (voir la figure 6.17 au point 6.2.4.2 pour l'embranchement ferroviaire).



LEGEND:

- ☐ VILLES ET VILLAGES
 MINE À CIEL OUVERT
 LIMITE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE
 BASSIN VERSANT PRINCIPAL
 BASSIN VERSANT NIGER

NOTES:

1. LA grille de coordonnées est en mètres. Système de coordonnées : WGS 1984 Zone UTM 18N.
2. CARTE DE BASE : © ESRLET CUMES DE SERVICE DE DONNÉES (EN LIGNE) (2021), REDLANDS, CA : INSTITUT DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES ENVIRONNEMENTAUX, TOUS DROITS RÉSERVÉS.
3. RAPPORT DE RÉFÉRENCE SUR LES EAUX DE SURFACE (SRK, 2022D)

RIO TINTO SIMFER

PROJET RIO TINTO SIMANDOU

STATIONS DE JAUGEAGE DE BASE SITE MINIER

RioTinto

FIGURE 6.5

2	20MAY'23	ISSUED WITH REPORT I0016-0750-HREP-00001		BELR	BELR	-
	REV	DATE	DESCRIPTION	DESIGNED	DRAWN	REVIEWED

6.2.3.2 Collecte des données de référence sur les eaux souterraines

Le rapport de référence sur les eaux souterraines figure à l'annexe 6A.

Surveillance du niveau des eaux souterraines dans la zone minière

Les installations de surveillance du niveau des eaux souterraines à la mine comprennent à la fois des piézomètres à colonne et des piézomètres à fil vibrant (PFV). Le suivi s'étend sur les périodes antérieures à 2012 et postérieures à 2021, avec un manque de données entre ces deux périodes. Des piézomètres à colonne ont été installés avant 2012 à Ouéléba et au Pic de Fon. Des piézomètres à colonne supplémentaires et des PFV ont été installés à Ouéléba à partir de 2021. Au total, 165 piézomètres ont été installés sur Ouéléba et 52 sur le Pic de Fon. En outre, il y a 29 installations de PFV sur Ouéléba et 4 sur Pic de Fon. Des piézomètres à colonne ont également été réalisés dans les installations de stockage des stériles (WRSF) et d'infrastructure prévues à Ouéléba et au Pic de Fon.

Les niveaux d'eau souterraine dans les piézomètres à colonne sont mesurés manuellement à l'aide d'un appareil de mesure de la profondeur. Des capteurs de pression ont également été installés dans certains piézomètres à colonne, fournissant des données continues sur le niveau de l'eau.

Débit d'eau souterraine

Les principales zones d'écoulement des eaux souterraines ont été identifiées grâce à des études approfondies des sources et de l'écoulement des cours d'eau sur le site de la mine. L'écoulement des eaux souterraines peut être classé dans deux grandes catégories : l'écoulement des sources (lorsque la surface des eaux souterraines intercepte la topographie et donne lieu à des écoulements de surface soutenus) ou l'écoulement de base vers les cours d'eau (lorsque les gradients ascendants des eaux souterraines interceptent les cours d'eau et les masses d'eau de surface).

Toutes les études ont consisté à mesurer les débits (en plus de la température de l'eau, de la conductivité électrique et du pH) ; les études réalisées en 2022 comprenaient un échantillonnage pour l'analyse des métaux et des isotopes afin d'aider à l'interprétation de la source du débit.

Embranchement ferroviaire

Aucune étude des eaux souterraines n'a été réalisée le long de l'embranchement ferroviaire et les conditions de l'aquifère local dans cette zone ne sont donc pas caractérisées à l'heure actuelle.

6.2.3.3 Collecte de données de base sur la qualité de l'eau

Une surveillance de base de la qualité de l'eau a été entreprise dans les gisements de Pic, Fon et Ouéléba et dans les villages en aval entre 2006 et 2012. Un échantillonnage de référence supplémentaire a été réalisé pour le gisement de Ouéléba et les villages environnants au cours de l'année 2022. Les campagnes de référence et l'analyse des données sont décrites en détail à l'annexe 6C : Rapport de référence sur la chimie de l'eau.

Campagnes d'échantillonnage dans la zone minière

Échantillonnage historique (avant 2022)

Des études historiques de référence sur la chimie de l'eau ont été réalisées entre 2006 et 2012, en fonction des besoins spécifiques de l'étude à l'époque. Les campagnes d'échantillonnage au cours de cette période ont été intermittentes, avec une fréquence d'échantillonnage irrégulière et des lieux d'échantillonnage incohérents. L'ensemble des données historiques comprend des échantillons d'eau de surface provenant de plus de 80 cours d'eau et de 15 sources. Les sites les plus régulièrement surveillés sont présentés dans la figure 6.6 (Ouéléba) et la figure 6.7 (Pic de Fon).

En plus de l'échantillonnage des sources et des eaux de surface, des échantillons d'eaux souterraines ont été prélevés dans 27 piézomètres situés dans les corps minéralisés de Ouéléba et du Pic de Fon, comme le montrent les figures 6.6

et 6.7, ainsi que dans 36 puits d'approvisionnement en eau situés dans 26 villages environnants. Il convient de noter que les échantillons d'eau souterraine prélevés avant 2012 l'ont été à l'aide de tarières et qu'il n'est pas certain que les échantillons prélevés soient entièrement représentatifs de la chimie naturelle de l'eau souterraine ou influencés, par exemple, par des fluides de forage résiduels.

La compréhension de la production de sédiments a fait l'objet d'une collecte de données de référence, des stations de surveillance des sédiments ayant été mises en place en 2008 (Figure 6.8).

Campagne de référence de 2022 (Ouéléba)

La campagne de référence de 2022 comprenait des prélèvements d'eau en saison sèche et en saison des pluies à Ouéléba et dans les villages environnants. Les lieux d'échantillonnage pour la campagne de référence de 2022 sont présentés dans la figure 6.9. Les lieux d'échantillonnage ont été choisis pour assurer la continuité avec l'ensemble des données existantes sur la chimie de l'eau et comprenaient l'échantillonnage de 20 puits d'approvisionnement en eau de villages.

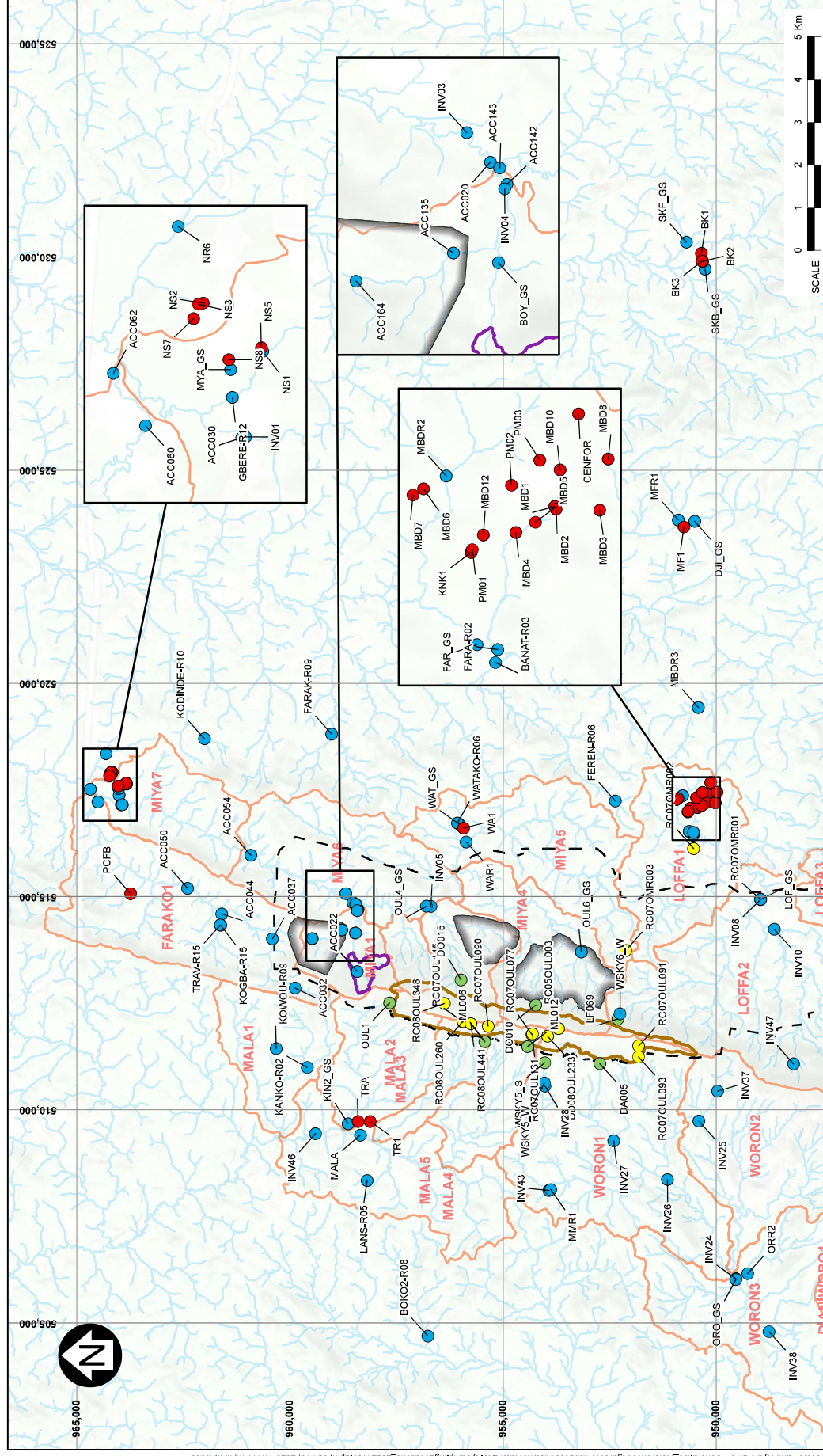
Un programme de surveillance mensuelle de la chimie de l'eau a débuté en novembre 2022 afin de permettre l'analyse de la saisonnalité et de la variabilité à long terme des conditions de référence de la chimie de l'eau. La caractérisation de référence sera mise à jour dès qu'une période suffisante de données (généralement une saison sèche et humide complète) sera disponible. Les points d'échantillonnage de la surveillance mensuelle de la chimie de l'eau sont indiqués dans la figure 6.10.

Campagne d'échantillonnage au niveau de l'embranchement ferroviaire

Une étude de la chimie des eaux de surface dans 34 rivières principales situées le long du corridor ferroviaire (de la mine au port) a été réalisée pour le Projet en juin 2008. Six de ces sites d'échantillonnage sont situés à proximité de l'embranchement ferroviaire (Figure 6.11).

En outre, une étude hydromorphologique a été entreprise le long de la partie orientale du corridor ferroviaire en 2012 / 2013. L'objectif principal de ce travail était d'identifier les endroits propices au développement de l'approvisionnement en eau nécessaire à la construction de l'embranchement ferroviaire et de l'infrastructure associée à la zone de la mine et de l'usine. Les données collectées comprennent la surveillance de la chimie de l'eau et les mesures ponctuelles du débit des cours d'eau, l'utilisation des eaux souterraines et la surveillance du niveau et de la chimie des eaux souterraines des puits du village. Les lieux d'échantillonnage sont indiqués dans la figure 6.11.

Les données disponibles sur la chimie des eaux souterraines pour le bassin versant de Milo se limitent à des échantillons d'eau souterraine prélevés une seule fois dans trois forages d'approvisionnement en eau communautaires existants en janvier 2013 (SWS, 2013).



LEGEND:

- EMPRISE DU PROJET
MINES À CIEL OUVERT DE OULÉBA
INSTALLATION DE STOCKAGE DES STÉRILES
FORÊT DE BOYBOYA
BASSIN VERSANT SECONDAIRE

ÉCHANTILLONNAGE DE LA QUALITÉ DE L'EAU
LIEUX HISTORIQUES :

- PIÉZOMÈTRE
● PRINTEMPS
● FLEUVE/COUR
● Puits VILLAGE

NOTES:

- NOTES:**
1. LA GRILLE DE COORDONNÉES EST EN MÈTRES. SYSTÈME DE COORDONNÉES : WGS 1984 ZONE UTM 29N.
 2. SOURCE : CHIMIE DE BASE DE L'EAU POUR LE PROJET SIMANDOU, GUINÉE (SRK, 2023B).

RIO TINTO SIMFER

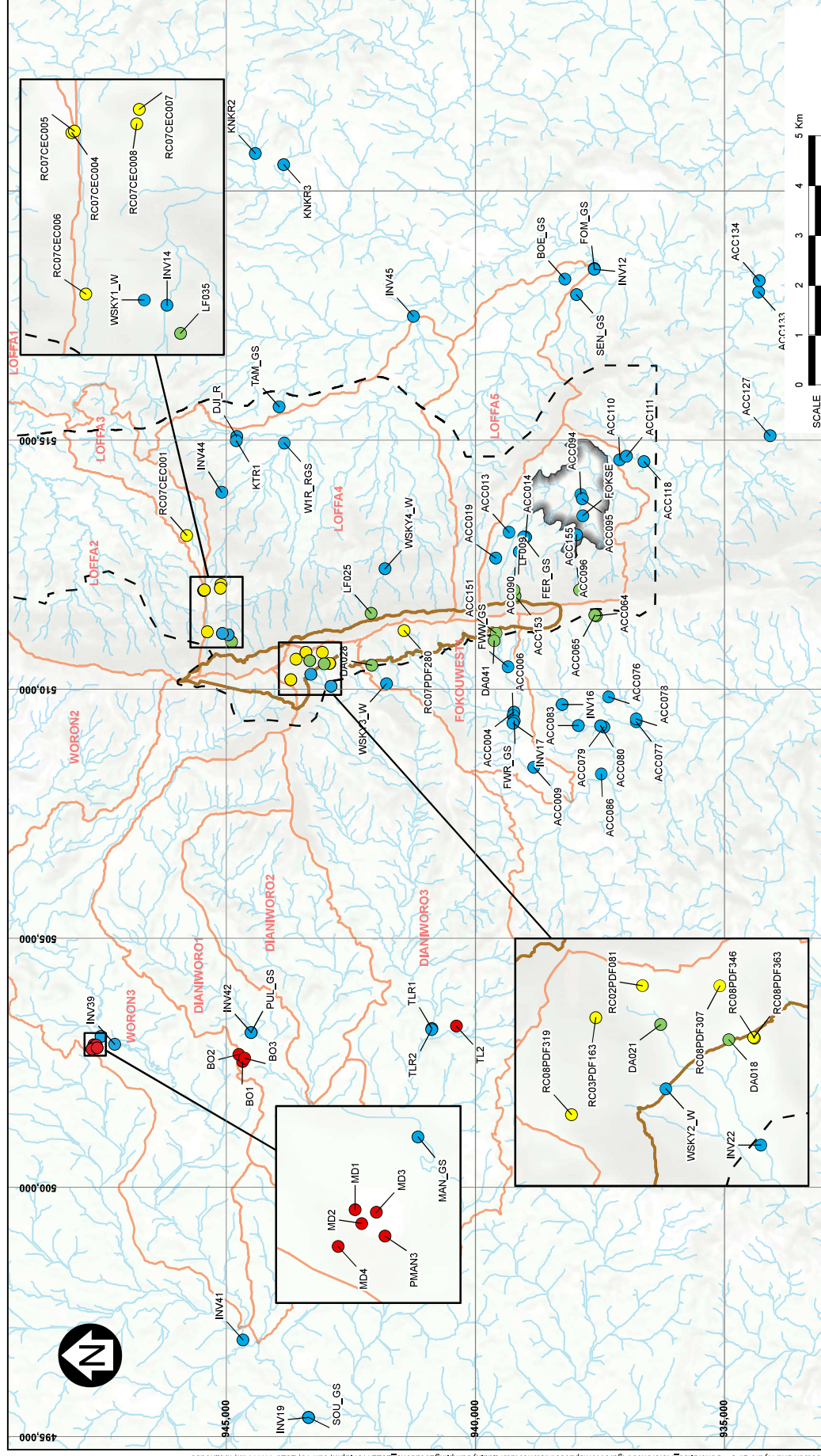
PROJET RIO TINTO SIMANDOU

PLAN D'EMPLACEMENT D'ÉCHANTILLONNAGE HISTORIQUE - OUELÉBA

RioTinto

FIGURE 6.6

1	23MAY'23	ISSUED WITH REPORT I0016J750-H-REP-00001	BELR	BELR	-
REV	DATE	DESCRIPTION	DESIGNED	DRAWN	REVIEWED



LEGEND:

- EMPRISE DU PROJET
MINES À OIEL OUVERT DE PIC DE FON
INSTALLATION DE STOCKAGE DES STÉRILES
FORÊT DE BOYBOYA
BASSIN VERSANT SECONDAIRE

ÉCHANTILLONNAGE DE LA QUALITÉ DE L'EAU
LIEUX HISTORIQUES :

NOTES:

- NOTES:
1. LA GRILLE DE COORDONNÉES EST EN MÈTRES. SYSTÈME DE COORDONNÉES : WGS 1984 ZONE UTM 29N.
 2. SOURCE : CHIMIE DE BASE DE L'EAU POUR LE PROJET SIMANDOU, GUINÉE (SRK, 2023B).

RIO TINTO SIMFER

PROJET RIO TINTO SIMANDOU

PLAN D'EMPLACEMENT D'ÉCHANTILLONNAGE HISTORIQUE - PIC DE FON

RioTinto

FIGURE 6.7

1	23MAY23	ISSUED WITH REPORT I00164750-H-REP-00001		BELR	BELR	-
	REV	DATE	DESCRIPTION	DESIGNED	DRAWN	REVIEWED

